



Stadt Billerbeck

Bilanzierung und Potenziale



Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	7
1 Energie- und Treibhausgas Bilanzierung	9
1.1 Methodik der Energie- und Treibhausgas-Bilanzierung	9
1.2 Datengrundlage	10
1.3 Endenergieverbrauch	12
1.4 Treibhausgas-Emissionen	16
1.5 Strom- und Wärmeproduktion durch Erneuerbare Energien	18
1.6 Ein Vergleich von lokalen und bundesweiten Indikatoren	20
1.7 Exkurs: Ernährung und Konsum	22
2 Potenziale zur Treibhausgas-Reduktion	25
2.1 Potenziale in den stationären Sektoren	25
2.2 Potenziale im Verkehrssektor	27
2.3 Potenziale durch den Einsatz erneuerbarer Energien und Veränderungen in der Energieverteilungsstruktur	30
2.3.1 Windkraft	32
2.3.2 Wasserkraft	33
2.3.3 Bioenergie	33
2.3.3.1 Holz als Biomasse	33
2.3.3.2 Biomasse aus Abfall	34
2.3.3.3 Landwirtschaftliche Biomasse (Nachwachsende Rohstoffe)	34
2.3.4 Sonnenenergie	34
2.3.4.1 Solarthermie	34
2.3.4.2 Photovoltaik	35
2.3.5 Umweltwärme	36
2.3.6 Ausbau dezentraler Kraft-Wärme-Kopplung und industrieller Abwärmenutzung	36
2.3.7 Austausch von Nachtspeicherheizungen	37
2.3.8 Reduzierung des Verbrauchs an nicht-leitungsgebundenen Energieträgern und Ausbau der Nah- und Fernwärme	37
3 Szenarien der Energie- und Treibhausgas-Reduzierung	38
3.1 Trend-Szenario	38
3.1.1 Trend-Szenario: Endenergieverbrauch	38
3.1.2 Trend-Szenario: THG-Emissionen	40
3.2 Klimaschutz-Szenario	41
3.2.1 Klimaschutz-Szenario: Endenergieverbrauch	42
3.2.2 Klimaschutz-Szenario: THG-Emissionen	43

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Für Billerbeck relevante Emissionsfaktoren für das Jahr 2019	10
Abbildung 2	Gesamtstädtischer Endenergieverbrauch	12
Abbildung 3	Endenergieverbrauch im Sektor der privaten Haushalte	13
Abbildung 4	Endenergieverbrauch im Wirtschaftssektor	14
Abbildung 5	Endenergieverbrauch im Verkehrssektor	15
Abbildung 6	Endenergieverbrauch der stadteigenen Liegenschaften in Billerbeck	15
Abbildung 7	Sektorale Aufteilung des Endenergieverbrauchs (2019)	16
Abbildung 8	Gesamtstädtische THG-Emissionen	17
Abbildung 9	Sektorale Aufteilung der THG-Emissionen (2019)	17
Abbildung 10	THG-Emissionen je Einwohner	18
Abbildung 11	Lokale Stromproduktion durch erneuerbare Energien	19
Abbildung 12	Lokale Wärmeproduktion durch Erneuerbare Energien	20
Abbildung 13	THG-Emissionen je Einwohner (2019) – ein Vergleich der stadtweiten THG-Bilanz mit den Sektoren Ernährung und Konsum	23
Abbildung 14	THG-Emissionen je Einwohner durch Ernährung und Konsum in den Varianten „durchschnittliches Verhalten“ und „Klimaschutzverhalten“ – grafisch	24
Abbildung 15	THG-Emissionen und Einsparpotenziale durch stationäre Energieverbräuche	27
Abbildung 16	THG-Emissionen nach Trend-Szenario des BMU übertragen auf die Stadt Billerbeck	29
Abbildung 17	THG-Emissionen nach Klimaschutz-Szenario des BMU übertragen auf die Stadt Billerbeck	30
Abbildung 18	THG-Vermeidungspotenzial durch den Ausbau erneuerbarer Energien und Umstellungen der Energietechniken	31
Abbildung 19	Trend-Szenario Endenergieverbrauch nach Energieträgern	40
Abbildung 20	Trend-Szenario THG-Emissionen nach Energieträgern	41
Abbildung 21	Klimaschutz-Szenario Endenergieverbrauch nach Energieträgern – graphisch	43
Abbildung 22	Klimaschutz-Szenario THG-Emissionen nach Energieträgern	44

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Übersicht zur Datengrundlage der Energie-/THG-Bilanz für die Stadt Billerbeck	11
Tabelle 2	Vergleich von lokalen und bundesweiten Indikatoren	21
Tabelle 3	THG-Emissionen je Einwohner durch Ernährung in den Varianten „durchschnittliches Verhalten“ und „Klimaschutzverhalten“ – tabellarisch	23
Tabelle 4	THG-Emissionen je Einwohner durch Konsum in den Varianten „durchschnittliches Verhalten“ und „Klimaschutzverhalten“ – tabellarisch	24
Tabelle 5	THG-Emissionen und Einsparpotenziale durch stationäre Energieverbräuche in Tsd. Tonnen CO ₂ eq/a	26
Tabelle 6	THG-Vermeidungspotenzial durch den Ausbau erneuerbarer Energien und Umstellungen der Energietechniken	31
Tabelle 7	Bestand und Ausbauplanungen im Bereich Windenergie (Quelle: Stadt Billerbeck)	33
Tabelle 8	Trend-Szenario Endenergieverbrauch nach Energieträgern in GWh/a	39
Tabelle 9	Trend-Szenario THG-Emissionen nach Energieträgern in Tsd. t CO ₂ eq/a	40
Tabelle 10	Klimaschutz-Szenario Endenergieverbrauch nach Energieträgern in GWh – tabellarisch	42
Tabelle 11	Klimaschutz-Szenario THG-Emissionen nach Energieträgern in Tsd. t CO ₂ eq/a	44

1 Energie- und Treibhausgas Bilanzierung

Das Treibhausgas Kohlenstoffdioxid (CO₂) hat sich u. a. aufgrund seiner vergleichsweise einfachen Bestimmbarkeit auf Basis verbrauchter fossiler Energieträger in der Kommunikation von Klimaschutzaktivitäten bzw. -erfolgen als zentraler Leitindikator herausgebildet. Die Energie- und Treibhausgas (THG)-Bilanzierung stellt für Kommunen und Kreise häufig ein Hilfsmittel der Entscheidungsfindung dar, um Klimaschutzaktivitäten zu konzeptualisieren bzw. ihre Umsetzung in Form eines Monitorings zu überprüfen.

Drei Projektpartner (Klima-Bündnis e.V., ifeu – Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg und Institut dezentrale Energietechnologien (IdE)) haben das Energie- und THG-Bilanzierungstool „Klimaschutz-Planer“ für Kommunen und Kreise entwickelt. Der „Klimaschutz-Planer“ ist eine internetbasierte Software des Klima-Bündnis zum Monitoring des kommunalen Klimaschutzes. Städte, Gemeinden und Landkreise können damit Energie- und Treibhausgas-Bilanzen nach der deutschlandweit standardisierten BSKO-Methodik erstellen. Das Land NRW hat in 2020 für alle Kommunen eine kostenfreie Landeslizenz erworben. Aus diesem Grund wurde auch die Energie- und THG-Bilanz für die Stadt Billerbeck mithilfe des „Klimaschutz-Planer“ berechnet.

Mit dem „Klimaschutz-Planer“ als Bilanzierungstool ist die Erstellung einer kommunalen Energie- und THG-Bilanz möglich, selbst wenn dem Nutzer nur wenige statistische Eingangsdaten vorliegen. Im Laufe einer kontinuierlichen Fortschreibung der Bilanzierung können diese dann komplettiert bzw. spezifiziert werden. Durch die landes- bzw. bundesweite Nutzung eines einheitlichen Tools sowie bei Anwendung einheitlicher Datenaufbereitungen ist darüber hinaus ein Vergleich mit den Bilanzierungen anderer Kommunen möglich. Das Programm gestattet dabei Vergleiche diverser Sektoren (z. B. private Haushalte, Wirtschaft, Verkehr, kommunale Verwaltung) sowie Vergleiche diverser Energieträger (z. B. Strom, Erdgas, Benzin) im Hinblick auf die jeweiligen Anteile an den gesamten THG-Emissionen vor Ort. Im Rahmen der Erarbeitung dieses integrierten Klimaschutzkonzeptes wurde daher auf der bereits im „Klimaschutz-Planer“ vorhandenen Vorgabe-Bilanz aufgebaut und diese bis zum Bezugsjahr 2019 fortgeschrieben sowie die Zeitreihe rückwirkend bis zum Jahr 1990 komplettiert. Dabei erfolgte die Dateneingabe in das Bilanzierungstool „Klimaschutz-Planer“ im Oktober 2021.

1.1 Methodik der Energie- und Treibhausgas-Bilanzierung

Für die Erstellung einer „Startbilanz“¹ wurde zunächst – auf Basis der jahresbezogenen Einwohner- und Beschäftigtenzahlen (differenziert nach Wirtschaftszweigen) in Billerbeck – anhand bundesdeutscher Verbrauchskennwerte der lokale Endenergiebedarf, unterteilt nach Energieträgern und Verbrauchssektoren, berechnet. Die Bilanz wurde anschließend mit Hilfe lokal verfügbarer Daten zu einer „Endbilanz“ nach der Bilanzierungs-Systematik Kommunal (BSKO)² sowohl für die stationären Sektoren als auch für den Verkehrssektor konkretisiert. Somit wurden in der Bilanzierung ausschließlich die auf dem Territorium der Stadt Billerbeck anfallenden Energieverbräuche auf Ebene der Endenergie³ berücksichtigt.

Anhand von Emissionsfaktoren der in Billerbeck relevanten Energieträger (vgl. [Abbildung 1](#)) können die Energieverbräuche in THG-Emissionen umgerechnet werden.

¹ Die Startbilanz wird im Bilanzierungstool „Klimaschutz-Planer“ fortlaufend aus regionalen, nationalen und internationalen Statistiken generiert.

² vgl. https://www.ifeu.de/wp-content/uploads/Bilanzierungs-Systematik_Kommunal_Kurzfassung.pdf

³ Endenergie ist der aus den Brennstoffen übrig gebliebene und zur Verfügung stehende Teil der Energie, der den Hausanschluss des Verbrauchers nach Energie wandlungs- und Übertragungsverlusten passiert hat.

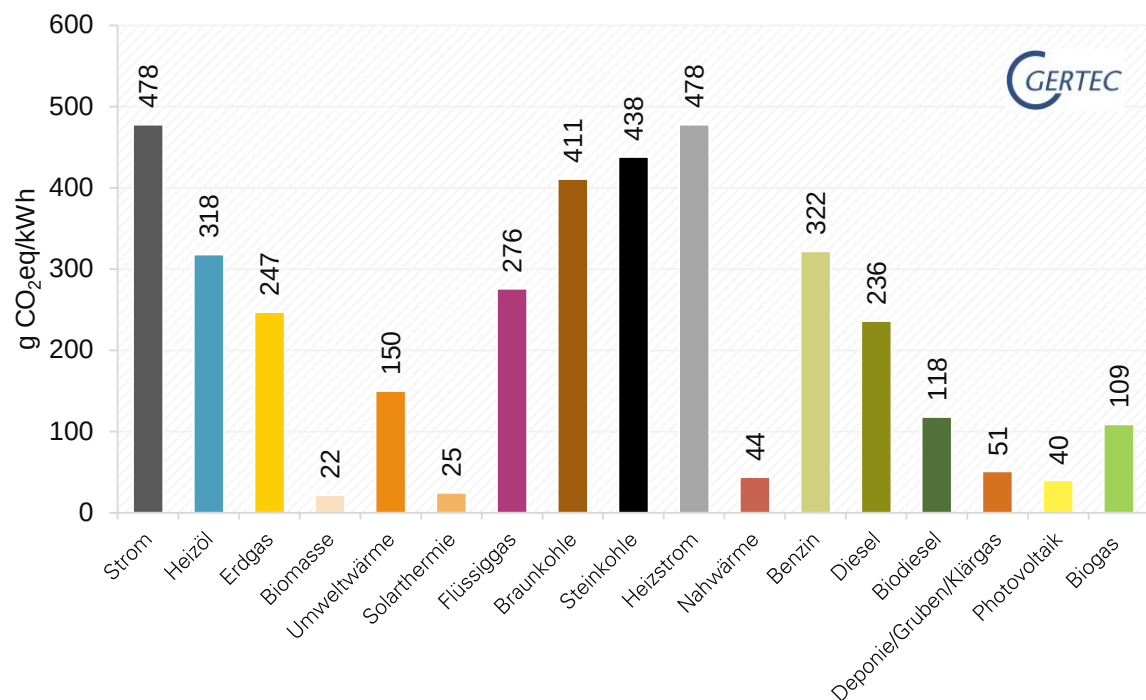


Abbildung 1 Für Billerbeck relevante Emissionsfaktoren für das Jahr 2019 (Quelle: Gertec nach Daten aus „Klimaschutz-Planer“)

Die in diesem Konzept erstellte Bilanz bezieht sich nicht ausschließlich auf das Treibhausgas CO₂, sondern betrachtet zudem die durch weitere klimarelevante Treibhausgase (wie Methan (CH₄) oder Distickstoffmonoxid (N₂O)) entstehenden Emissionen. Um die verschiedenen Treibhausgase hinsichtlich ihrer Klimaschädlichkeit⁴ vergleichbar zu machen, werden diese in CO₂-Äquivalente (CO₂eq)⁵ umgerechnet, da das Treibhausgas CO₂ mit 87 % der durch den Menschen verursachten Treibhausgas-Emissionen in Deutschland das mit Abstand klimarelevanteste Gas darstellt.

Grundlage für die Berechnung der stadtweiten THG-Emissionen ist die Betrachtung von Life-Cycle-Assessment-Faktoren (LCA-Faktoren). Das heißt, dass die zur Produktion und Verteilung eines Energieträgers notwendige fossile Energie (z. B. zur Erzeugung von Strom) zu dem Endenergieverbrauch (wie am Hausanschluss abgelesen) addiert wird. Somit ist es beispielsweise möglich, der im Endenergieverbrauch emissionsfreien Energieform Strom „graue“ Emissionen aus seinen Produktionsvorstufen zuzuschlagen und diese in die THG-Bilanzierung mit einzubeziehen.

1.2 Datengrundlage

Daten zum stadtweiten (Heiz-)Stromverbrauch (für die Jahre 2011 bis 2019) und zu den Erdgasverbräuchen (für die Jahre 2013 bis 2018) wurden von der online-Plattform E-Kommune von Westnetz heruntergeladen. Mittels der Stromdaten war es zudem möglich, Informationen zum eingesetzten Strom in Wärmepumpen als Grundlage zur Berechnung von erzeugter Wärme aus Wärmepumpen zu verwenden. Zudem wurden (für die Jahre 2006 bis 2020) Daten zu EEG-vergüteten Stromeinspeisungen aus Photovoltaik, Windenergie-, Biomasse- und Klärgasanlagen aus dem Energieatlas NRW genutzt.

⁴ Methan beispielsweise ist 25-mal so wirksam wie CO₂ (1 kg Methan entspricht deshalb 25 kg CO₂-Äquivalent. 1 kg Lachgas entspricht sogar 298 Kilogramm CO₂-Äquivalent.) Quelle: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimaschutz-energiepolitik-in-deutschland/treibhausgas-emissionen/die-treibhausgase>

⁵ Sämtliche in diesem Bericht aufgeführten Treibhausgasemissionen stellen die Summe aus CO₂-Emissionen und CO₂-Äquivalenten (CO₂eq) dar.

Für die Ermittlung von Verbräuchen der fossilen, nicht-leitungsgebundenen Energieträger (Heizöl, Holz, Kohle, Flüssiggas) wurden Schornsteinfegerdaten aus dem Jahr 2020 verwendet.

Die Erfassung der Wärmeerzeugung durch Solarthermieranlagen erfolgte für die gesamte Zeitreihe von 1990 bis 2019 mittels von der EnergieAgentur.NRW zentral erhobenen Förderdaten, die vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) als Informationen über Landesfördermittel im Rahmen des „Programm für Rationelle Energieverwendung, Regenerative Energien und Energiesparen“ (progres.NRW) bereitgestellt werden und im „Klimaschutz-Planer“ vorgegeben sind.

Darüber hinaus hat die Stadt Billerbeck Daten zu den Strom- und Wärmeverbräuchen (für die Jahre 2011 bis 2019) der stadteigenen Liegenschaften sowie Verbrauchsdaten der kommunalen Flotte bereitgestellt.

Tabelle 1 enthält eine Übersicht der verfügbaren Daten sowie Angaben zur Datenherkunft und der jeweiligen Datengüte⁶.

Bezeichnung	Datenquelle	Jahr(e)	Datengüte
<i>Startbilanz</i>			
Einwohner	Landesdatenbank NRW (IT.NRW)	1990-2019	A
Erwerbstätige (nach Wirtschaftszweigen)	Bundesagentur für Arbeit	2019	A
<i>Endbilanz</i>			
Stadtweite Erdgasverbräuche	Westnetz (E-Kommune)	2013-2018	A
Stadtweite Stromverbräuche	Westnetz (E-Kommune)	2011-2019	A
Lokale Stromproduktionen aus Photovoltaik-, Windenergie-, Biomasse- und Klärgas-Anlagen	Energieatlas NRW	2006-2020	C
Verbrauch an fossilen, nicht-leitungsgebundenen Energieträgern Heizöl, Holz, Kohle und Flüssiggas	Schornsteinfegerdaten	2020	C
Energieverbräuche (Strom und Wärme) der stadteigenen Liegenschaften	Stadtverwaltung Billerbeck	2011-2019	A
Energieverbräuche der kommunalen Flotte	Stadtverwaltung Billerbeck	2011-2019	
Wärmeerträge durch Solarthermieranlagen (anhand Daten der Förderprogramme BAFA und progres.NRW)	EnergieAgentur.NRW	1990–2019	B
Eingesetzter Strom in Wärmepumpen als Grundlage zur Berechnung von Wärme aus Wärmepumpen	Westnetz (E-Kommune)	2013-2019	B

Tabelle 1 Übersicht zur Datengrundlage der Energie-/THG-Bilanz für die Stadt Billerbeck (Quelle: Gertec)

Alle weiteren Daten wurden zunächst vom „Klimaschutz-Planer“ bei der Erstellung der Startbilanz auf Basis der jahresbezogenen Einwohner- und Beschäftigtenzahlen (differenziert nach Wirtschaftszweigen) automatisch generiert und beruhen auf nationalen Durchschnittswerten.

⁶ Datengüte A: Berechnung mit regionalen Primärdaten (z. B. lokalspezifische Kfz-Fahrleistungen); Datengüte B: Berechnung mit regionalen Primärdaten und Hochrechnung (z. B. Daten lokaler ÖPNV-Anbieter); Datengüte C: Berechnung über regionale Kennwerte und Daten; Datengüte D: Berechnung über bundesweite Kennzahlen.

1.3 Endenergieverbrauch

Im Rahmen der Erstellung des Klimaschutzkonzeptes für die Stadt Billerbeck konnte aufgrund der Datengüte – d. h. der Menge und Qualität der zur Verfügung stehenden Daten (vgl. [Kapitel 1.2](#)) – eine Endbilanz für die Zeitreihe von 1990 bis 2019 erstellt werden, die Aussagen über die Energieverbräuche sowie über die vor Ort verursachten THG-Emissionen erlaubt. Je weiter man in die Vergangenheit blickt, wird diese Bilanz – aufgrund der Datenlage – zwar ungenauer, den näherungsweisen Verlauf der Energieverbräuche und THG-Emissionen kann diese Bilanz dennoch abbilden.

Abbildung 2 veranschaulicht zunächst die Entwicklung der gesamten Endenergieverbräuche in Billerbeck zwischen den Jahren 1990 und 2019. Diese Endenergieverbräuche entsprechen der Summe aller Verbräuche der Sektoren private Haushalte, Wirtschaft (Industrie und GHD), Verkehr und Stadtverwaltung.

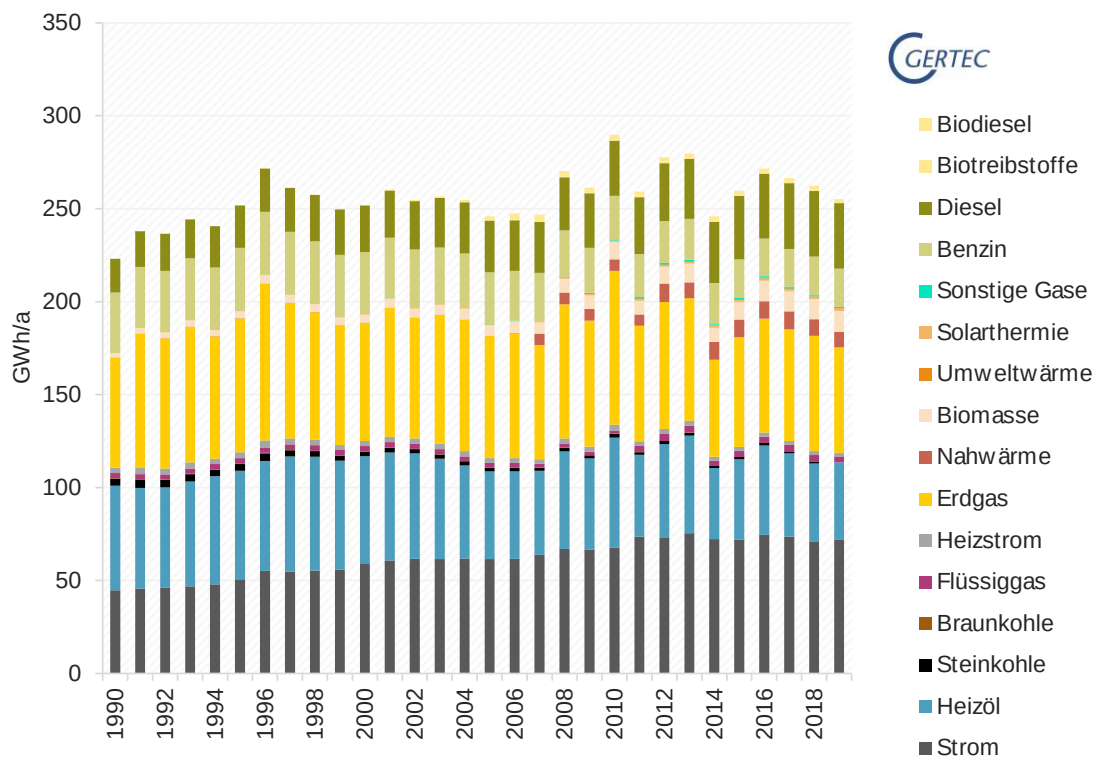


Abbildung 2 Gesamtstädtischer Endenergieverbrauch (Quelle: Gertec)

Die gesamtstädtischen Energieverbräuche sind trotz einiger Schwankungen innerhalb der letzten knapp 30 Jahre insgesamt leicht angestiegen (von ca. 223 GWh/a auf ca. 258 GWh/a, also um knapp 14 %). Diese Entwicklung hängt primär mit zunehmenden Energieverbräuchen im Wirtschaftssektor zusammen.

Grundsätzlich können Schwankungen zwischen den einzelnen Jahren unterschiedliche Ursachen haben, z. B.

- witterungsbedingte Gegebenheiten,
- Bevölkerungsentwicklung,
- Ab- und Zuwanderung von Betrieben sowie konjunkturelle Entwicklung,
- Veränderung des Verbrauchsverhaltens (z. B. Trend zur Vergrößerung des Wohnraums, neue strombetriebene Anwendungen),
- Veränderungen im Verkehrssektor (z. B. durch steigende Anzahl an PKW oder sich ändernde Fahrleistungen des ÖPNV).

Bei den in Billerbeck zu Heiz- und Prozessanwendungszwecken verwendeten erneuerbaren Energien (Biomasse, Biogase, Solarthermie, Umweltwärme) ist – über die gesamte Zeitreihe betrachtet – eine Zunahme des Anteils am gesamten Wärmeenergieverbrauch auf 10,6 % in 2019 zu erkennen (verglichen mit 2 % in 1990).

Gleichzeitig befindet sich der Einsatz der fossilen Energieträger Erdgas, Heizöl, Kohle, und Flüssiggas insgesamt auf einem rückläufigen Niveau. Trotzdem bleiben Heizöl und Erdgas noch die wichtigsten Energieträger im Jahr 2019 mit Anteilen von ca. 33 % bzw. 45 % am gesamtstädtischen Wärmeenergieverbrauch.

Dies zeigt sich auch im Sektor private Haushalte. So beheizt aktuell noch ein großer Teil der Bevölkerung den eigenen Wohnraum mittels der Energieträger Heizöl und Erdgas, obwohl im Laufe der Jahre bereits ein leichter Rückgang verzeichnet werden konnte. Seit 2000 nimmt der Anteil der erneuerbaren Energien in Form von Biomasse, Umweltwärme sowie Solarthermie stetig zu, sodass diese im Jahr 2019 einen Anteil von 8,2 % des Wärmeverbrauchs ausmachen (vgl. [Abbildung 3](#)).

Insgesamt lässt sich über den knapp 30-jährigen Betrachtungszeitraum ein leicht abnehmender Trend der Energieverbräuche in den privaten Haushalten erkennen. Dennoch liegt der Verbrauch des Jahres 2019 mit ca. 90 GWh/a leicht über dem des Jahres 1990 mit ca. 86 GWh/a. Verbrauchsschwankungen zwischen einzelnen Jahren hängen im Sektor der privaten Haushalte insbesondere mit wechselnden Witterungsverhältnissen zusammen.

Hinsichtlich des Stromverbrauchs (inkl. Heizstrom) ist in den privaten Haushalten ein leicht abnehmender Trend zu erkennen, sodass der Stromverbrauch in den privaten Haushalten im Jahr 2019 ca. 12 GWh/a beträgt und damit knapp 14 % unter dem des Jahres 1990 liegt. Der Heizölverbrauch ist ebenfalls leicht zurückgegangen in den privaten Haushalten, sodass dieser im Jahr 2019 ca. 21 GWh/a beträgt und damit ca. 39 % geringer ist als in 1990.

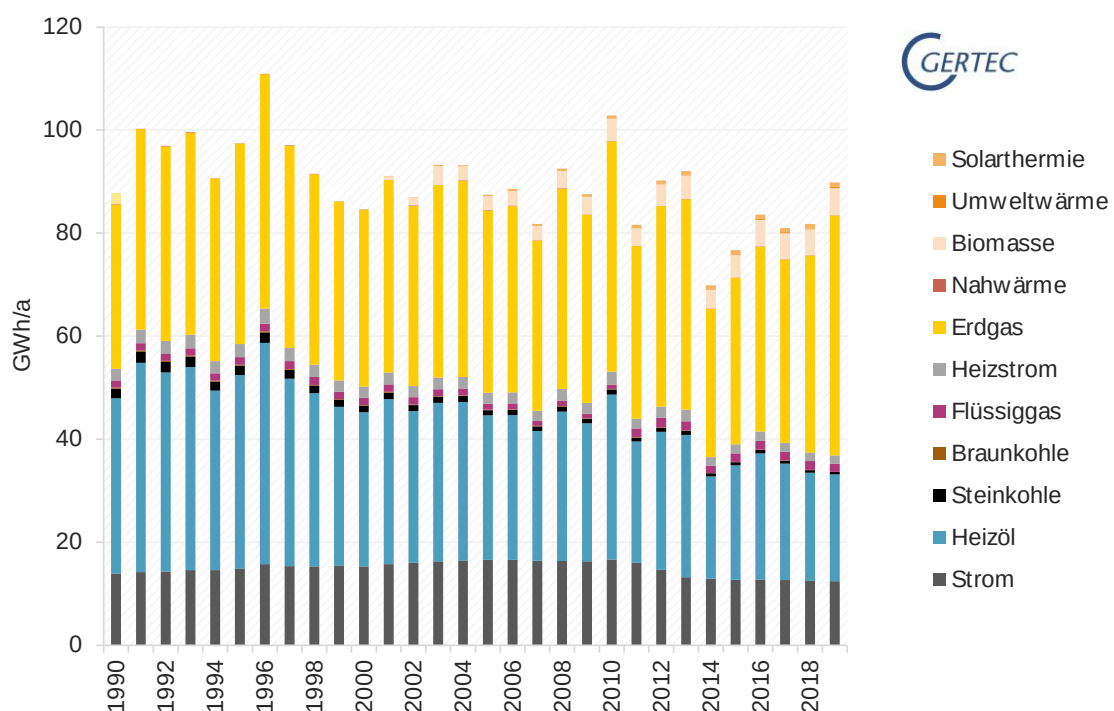


Abbildung 3 Endenergieverbrauch im Sektor der privaten Haushalte (Quelle: Gertec)

Im Wirtschaftssektor ist der Energieverbrauch zwischen 1990 und 2019 angestiegen (vgl. [Abbildung 4](#)). So hat sich die verbrauchte Menge des Energieträgers Strom von ca. 31 GWh/a im Jahr 1990 auf ca. 60 GWh/a im Jahr 2019 nahezu verdoppelt. Gleichzeitig haben die Verbräuche von Erdgas und Heizöl stark abgenommen. So betrugen im Jahr 2019 der Anteil an Erdgas mit ca. 10 GWh/a nur noch ca. 9 % des Gesamtverbrauchs (ca. 32 % in 1990) und der Anteil an Heizöl mit ca. 21 GWh/a nur noch ca. 19 % (ca. 26 % in 1990). Diese fossilen Energieträger werden langsam durch erneuerbare Energien ersetzt. So spielen die erneuerbaren Energien (Biomasse, Umweltwärme, Solarthermie und Biogase) im Wirtschaftssektor mit einem Anteil von 14,6 % (ca. 7 GWh/a) an der Wärmeversorgung in 2019 zwar noch eine untergeordnete Rolle, dieser Anteil hat sich seit 2011 jedoch verdoppelt.

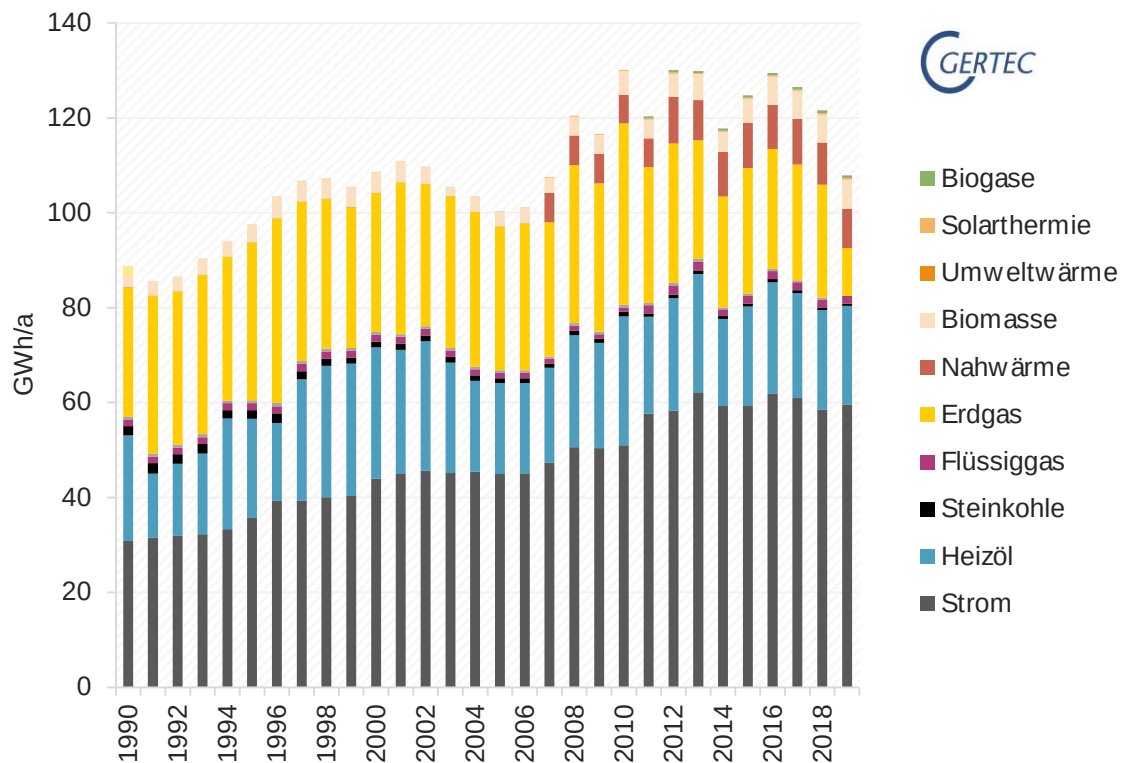


Abbildung 4 Endenergieverbrauch im Wirtschaftssektor (Quelle: Gertec)

Für den Verkehrssektor lässt sich anhand von [Abbildung 5](#) ein Energieverbrauch ablesen, der zwischen 1990 und 2000 fast kontinuierlich angestiegen ist (von ca. 51 GWh/a auf ca. 59 GWh/a, also um ca. 16 %). Seitdem ist das Verbrauchsniveau nach einem leichten Rückgang wieder etwa auf dieses Niveau zurückgekehrt (59 GWh/a in 2019). Zudem ist an der Zeitreihe eine deutliche Energieträgerverschiebung von Benzin zu Diesel zu erkennen. Seit der Jahrtausendwende ist ebenfalls der Anteil der Biotreibstoffe (Biobenzin und Biodiesel) angestiegen, so dass diese im Jahr 2019 einen Anteil von ca. 5 % an den Energieverbräuchen im Verkehrssektor ausmachen. Strom-, erdgas- und flüssiggasbetriebene Fahrzeuge nehmen (mit zusammen ca. 0,9 %) derzeit eine noch untergeordnete Rolle am Energieverbrauch im Verkehrssektor ein.

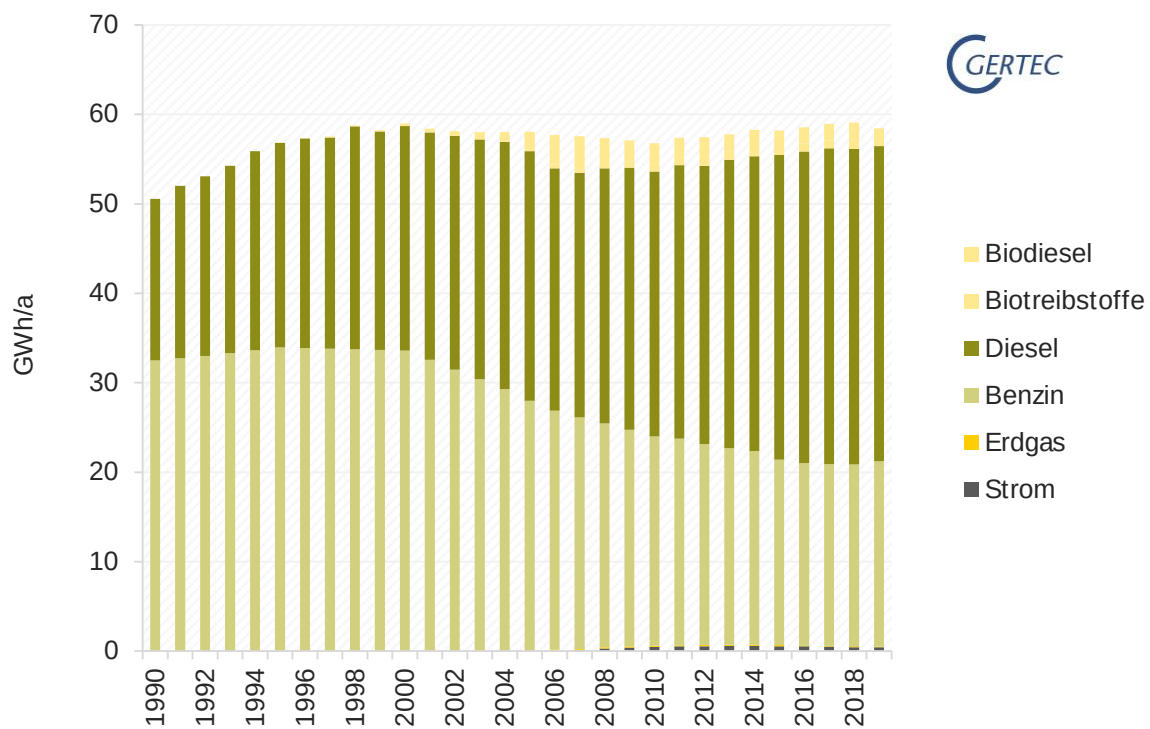


Abbildung 5 Endenergieverbrauch im Verkehrssektor (Quelle: Gertec)

Für die stadteigenen Liegenschaften und die kommunale Flotte werden derzeit die Energieträger Strom, Erdgas, Heizöl, Biomasse und Biogase sowie (Bio-)Diesel und Benzin verwendet (vgl. [Abbildung 6](#)). Erdgas ist mit einem Anteil von ca. 47 % (ca. 2,9 GWh/a) am gesamten Energieverbrauch für das Jahr 2019 der wichtigste Energieträger der stadteigenen Liegenschaften, gefolgt von Strom mit ca. 20 % (ca. 1,2 GWh/a).

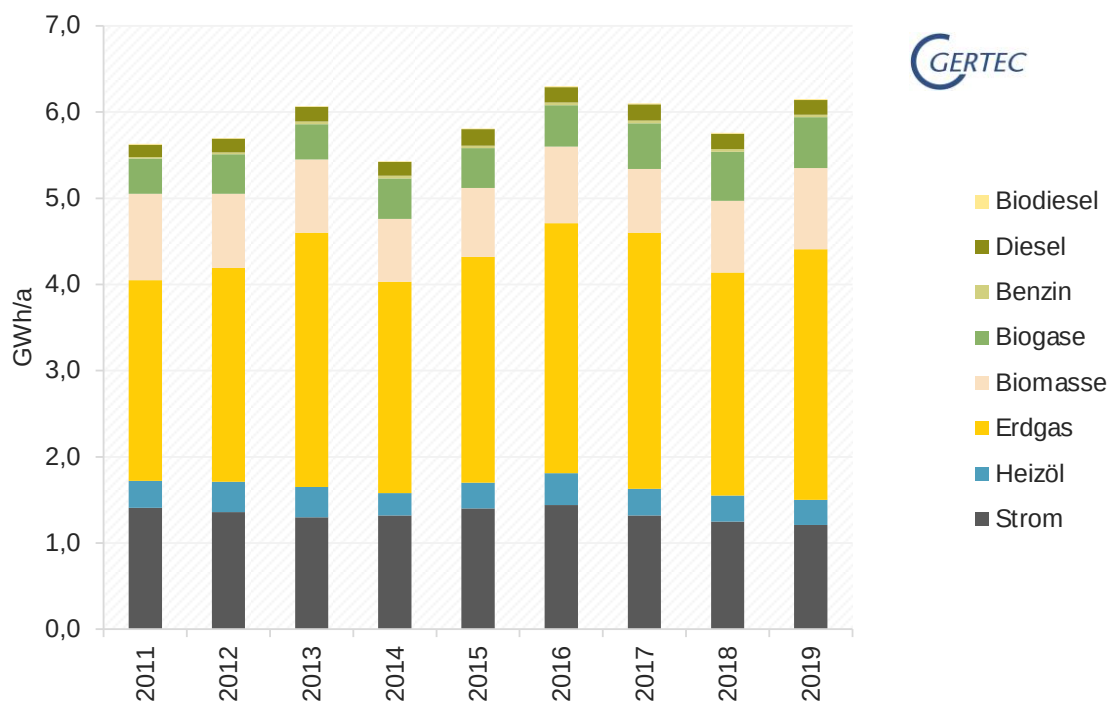


Abbildung 6 Endenergieverbrauch der stadteigenen Liegenschaften in Billerbeck (Quelle: Gertec)

Zusammenfassend verdeutlicht **Abbildung 7** die sektorale Verteilung der Energieverbräuche in Billerbeck im Jahr 2019. Während insgesamt 40 % der stadtweiten Endenergieverbräuche dem Wirtschaftssektor zuzuordnen sind, entfallen 35 % auf den Sektor der privaten Haushalte sowie 23 % auf den Verkehrssektor. Die Stadtverwaltung (mit den stadteigenen Liegenschaften und der kommunalen Flotte) nimmt mit ca. 2 % nur eine untergeordnete Rolle an den stadtweiten Endenergieverbräuchen ein.

Zum Vergleich: Im bundesdeutschen Durchschnitt entfielen im Jahr 2016 rund 44 % des Endenergieverbrauchs auf den Wirtschaftssektor, 26 % auf die privaten Haushalte und 30 % auf den Verkehrssektor.⁷

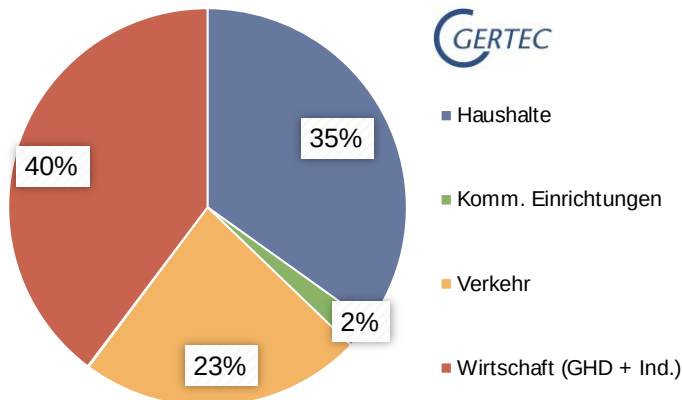


Abbildung 7 Sektorale Aufteilung des Endenergieverbrauchs (2019) (Quelle: Gertec)

1.4 Treibhausgas-Emissionen

Aus der Multiplikation der in **Kapitel 1.3** dargestellten Endenergieverbräuche mit den Emissionsfaktoren der jeweiligen Energieträger (vgl. **Abbildung 1**) lassen sich die stadtweiten THG-Emissionen errechnen, wie in **Abbildung 8** dargestellt. Konträr zu den Endenergieverbräuchen sind die daraus resultierenden THG-Emissionen seit dem Jahr 1990 nach einem Höhepunkt 1996 insgesamt rückläufig. Im Jahr 1990 summierten sich die THG-Emissionen auf ca. 94 Tsd. Tonnen CO₂eq/a und sind nach einem Anstieg auf 108 Tsd. Tonnen CO₂eq/a in 1996 bis zum Bilanzierungsjahr 2019 um knapp 23 % auf ca. 83 Tsd. Tonnen CO₂eq/a gesunken.

Teilweise zu erklären ist dieser seit 1996 zu verzeichnende Rückgang u. a. mit den stetig voranschreitenden Energieträgerumstellungen (z. B. „weg von Kohle und Heizöl“ und „hin zu Erdgas oder erneuerbaren Energien“), da die klimaschonenden Energieträger teils deutlich geringere Emissionsfaktoren aufweisen als die fossilen, nicht-leitungsgebundenen Energieträger (vgl. **Abbildung 1**). So lässt sich z. B. erkennen, dass die erneuerbaren Energien (z. B. Biomasse, Umweltwärme oder Solarthermie) nur minimal zu den stadtweiten THG-Emissionen beitragen, obwohl diese im Jahr 2019 immerhin 10,6 % der zu Wärmeanwendungen genutzten Energieträger ausmachen (vgl. **Kapitel 1.3**).

⁷ vgl. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-nach-energietraegern-sektoren>

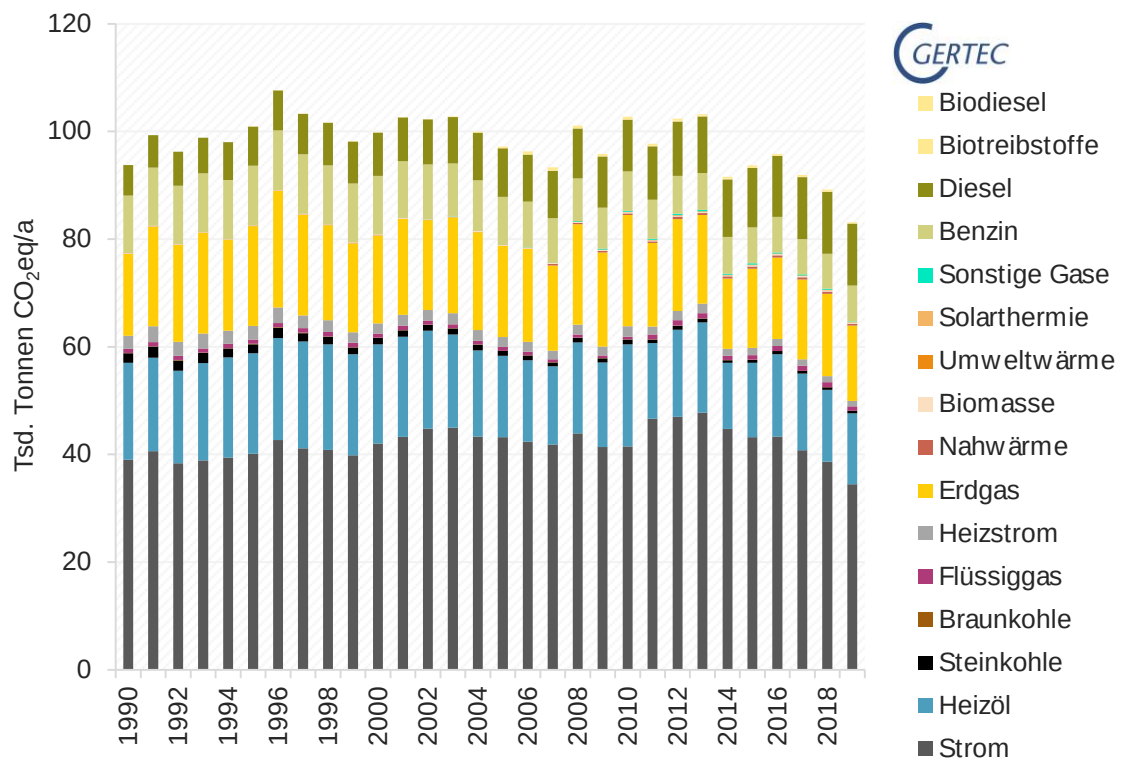


Abbildung 8 Gesamtstädtische THG-Emissionen (Quelle: Gertec)

Prozentual gesehen entfallen mit 46 % die meisten THG-Emissionen auf den Wirtschaftssektor, 30 % auf den Sektor der privaten Haushalte sowie 22 % auf den Mobilitätssektor (vgl. [Abbildung 9](#)). Analog zu den Energieverbräuchen (vgl. [Kapitel 1.3](#)) nimmt der Sektor der Stadtverwaltung auch emissionsseitig mit ca. 2 % nur eine untergeordnete Rolle ein.

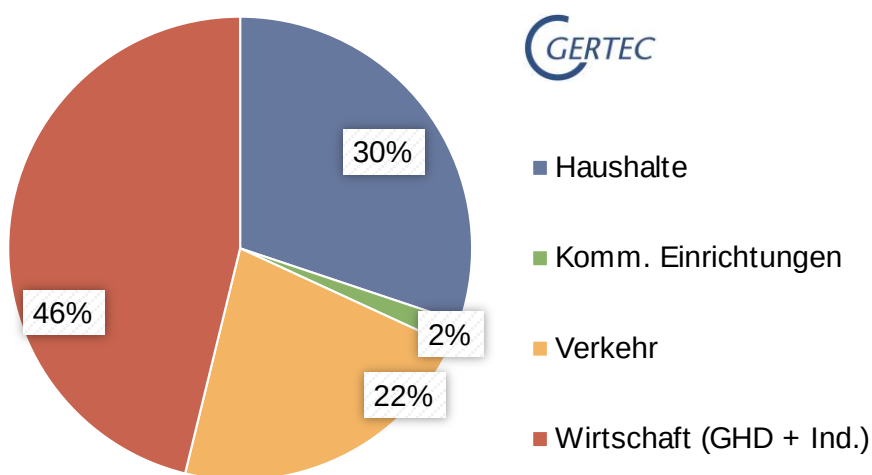


Abbildung 9 Sektorale Aufteilung der THG-Emissionen (2019) (Quelle: Gertec)

Übertragen auf einen einzelnen Einwohner in Billerbeck lässt sich – über die gesamte Zeitreihe betrachtet – ein Rückgang der THG-Emissionen von ca. 9,4 Tonnen CO₂eq/a im Jahr 1990 auf ca. 7,1 Tonnen CO₂eq/a im Jahr 2019 errechnen (vgl. [Abbildung 10](#)).

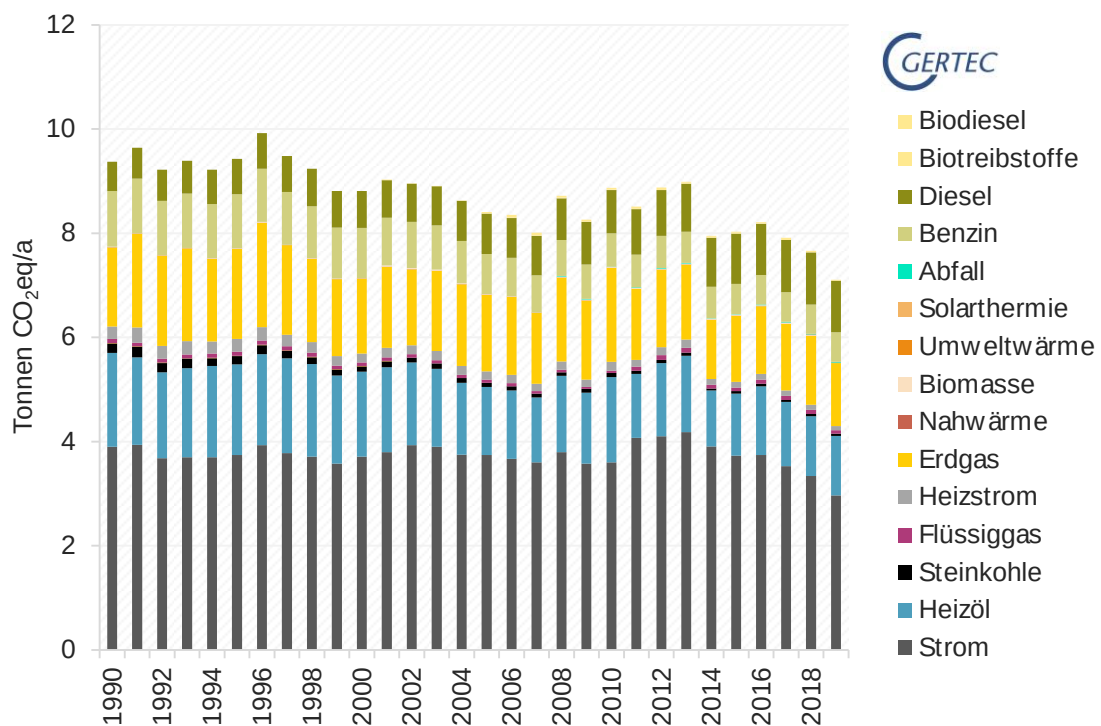


Abbildung 10 THG-Emissionen je Einwohner (Quelle: Gertec)

1.5 Strom- und Wärmeproduktion durch Erneuerbare Energien

Die lokale Stromproduktion erfolgt in Billerbeck mithilfe der erneuerbaren Energien Photovoltaik, Biogas, Windkraft und Klärgas. Im Jahr 2019 haben in Billerbeck 855 Photovoltaikanlagen, zehn Biomasseanlagen, acht Windenergieanlagen und eine Klärgasanlage insgesamt ca. 91 GWh erneuerbaren Strom erzeugt.

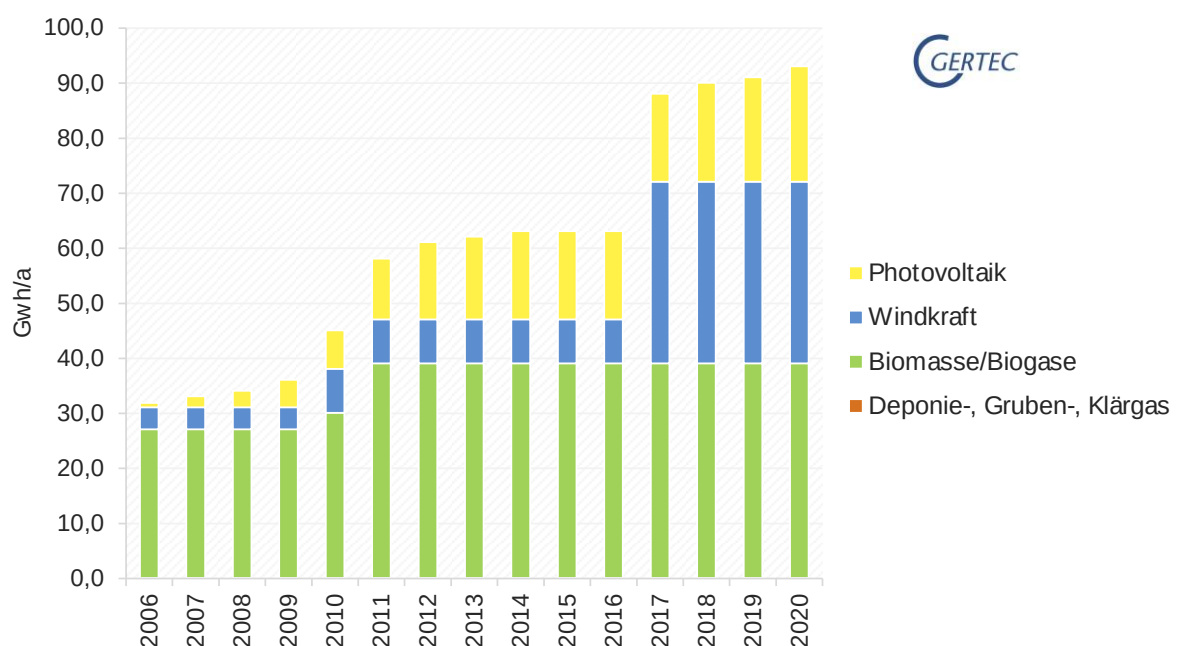


Abbildung 11, wie die nachfolgende Abbildung verdeutlicht. Diese Stromerzeugung entspricht 126 % des gesamtstädtischen Stromverbrauchs (vgl. Kapitel 1.3).

Im Vergleich zur Bilanzierung des Stromverbrauchs anhand des Bundes-Strommix⁸ konnten durch diese lokale, erneuerbare Stromproduktion aufgrund der geringeren Emissionsfaktoren der erneuerbaren Energien (vgl. Abbildung 1) rechnerisch bereits ca. 37,4 Tsd. Tonnen CO₂eq/a im Jahr 2019 in Billerbeck vermieden werden. Diese Einsparung ergibt sich aus der Differenz zwischen dem Emissionsfaktor des Bundes-Strommix (478 gCO₂eq/kWh in 2019) und denen der anteilig genutzten erneuerbaren Energien Wind (10 gCO₂eq/kWh), PV (40 gCO₂eq/kWh), Klärgas (50 gCO₂eq/kWh) und Biogas (130 gCO₂eq/kWh) in 2019.⁹

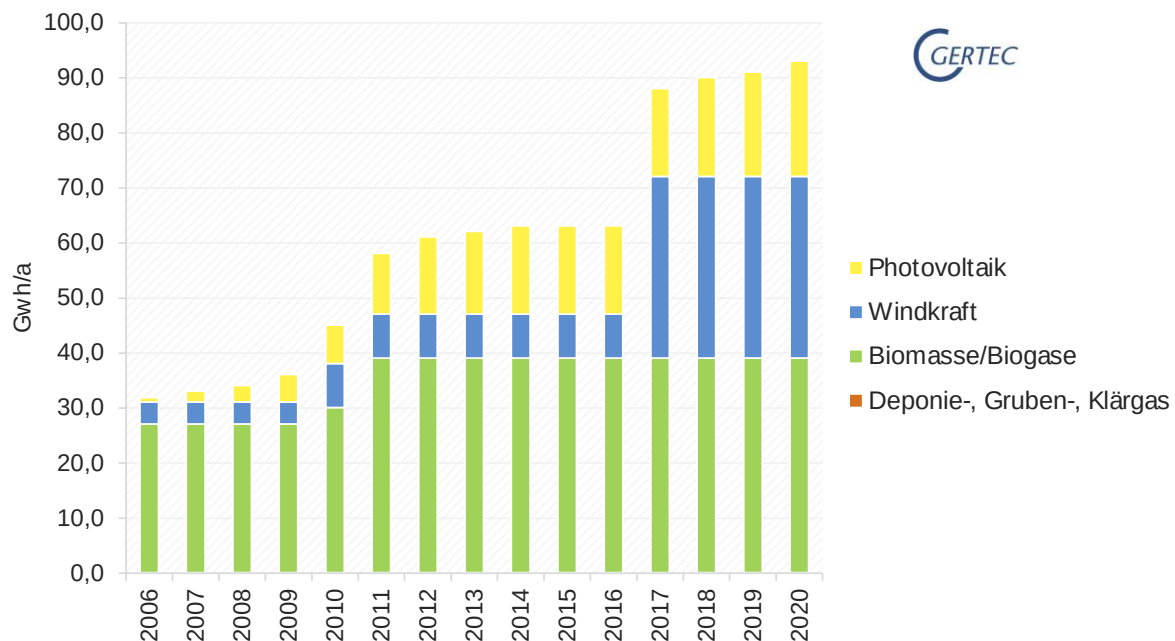


Abbildung 11 Lokale Stromproduktion durch erneuerbare Energien (Quelle: Gertec)

Zu berücksichtigen ist hierbei, dass bei dieser Betrachtung der lokalen Stromproduktion lediglich die erzeugten Strommengen erfasst werden können, die ins stadtweite Stromnetz eingespeist werden. Informationen zur Strom-Eigennutzung (im Bereich der privaten Haushalte ist dies z. B. bei PV-Anlagen möglich) liegen an dieser Stelle nicht vor. Aktuell gibt es keine Möglichkeit, entsprechendes Datenmaterial ohne Einzelbefragung der jeweiligen Anlagenbetreiber zu generieren. Im Hinblick auf das in Zukunft immer mehr an Bedeutung gewinnende Thema der Speicherung von lokal erzeugtem Strom (welches an Dynamik zunehmen und steigende Wachstumsraten verzeichnen wird) gilt es, im Rahmen zukünftiger Fortschreibungen der Energie- und THG-Bilanz zu überlegen, wie sich entsprechendes Datenmaterial generieren lässt, um ein stadtweites Monitoring in ausreichender Qualität zu gewährleisten.

Im Bereich der lokalen Wärmeproduktion kommen in Billerbeck die Energieträger Biomasse, Solarthermie, Biogas und Umweltwärme zum Einsatz. Im Jahr 2019 konnten durch diese insgesamt ca. 13,5 GWh/a erneuerbare

⁸ Hierbei ist zu berücksichtigen, dass sämtliche in Billerbeck zur Stromproduktion installierten Anlagen der erneuerbaren Energien bereits im Bundes-Strommix inbegriffen sind und somit bereits zu einer (wenn auch nur minimalen) Verbesserung des Emissionsfaktors beitragen.

⁹ Hertle, H., Dünnebeil, F., Gugel, B., Rechsteiner, E. und Reinhard, C. (2019). Bilanzierungs-Systematik Kommunal – Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland. Quelle: https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/BISKO_Methodenpapier_kurz_ifeu_Nov19.pdf

Wärme erzeugt werden (vgl. [Abbildung 12](#)), was einem Anteil von ca. 10,6 % am gesamten, stadtweiten Wärmeverbrauch entspricht (vgl. [Kapitel 1.3](#)).

Im Vergleich zur Bilanzierung anhand eines Wärmemix aus fossilen Energieträgern (z. B. Erdgas, Heizöl, etc.) konnten durch diese lokalen, erneuerbaren Wärmeproduktionen aufgrund der geringeren Emissionsfaktoren der erneuerbaren Energien (vgl. [Abbildung 1](#)) bereits ca. 3,3 Tsd. Tonnen CO₂eq/a eingespart werden, sodass im Jahr 2019 noch ca. 48,5 Tsd. Tonnen CO₂eq/a durch den Wärmeverbrauch auf Basis fossiler Energieträger resultieren. Diese Einsparung ergibt sich aus der Differenz zwischen der Summe der anteilig genutzten fossilen Energieträger (primär Erdgas und Heizöl mit 233 gCO₂eq/kWh bzw. Heizöl mit 311 gCO₂eq/kWh in 2019) und denen der anteilig genutzten erneuerbaren Energien Biomasse (25 gCO₂eq/kWh), Umweltwärme (ca. 25 gCO₂eq/kWh), Solarthermie (24 gCO₂eq/kWh) und Biogas (113 gCO₂eq/kWh) in 2019.¹⁰

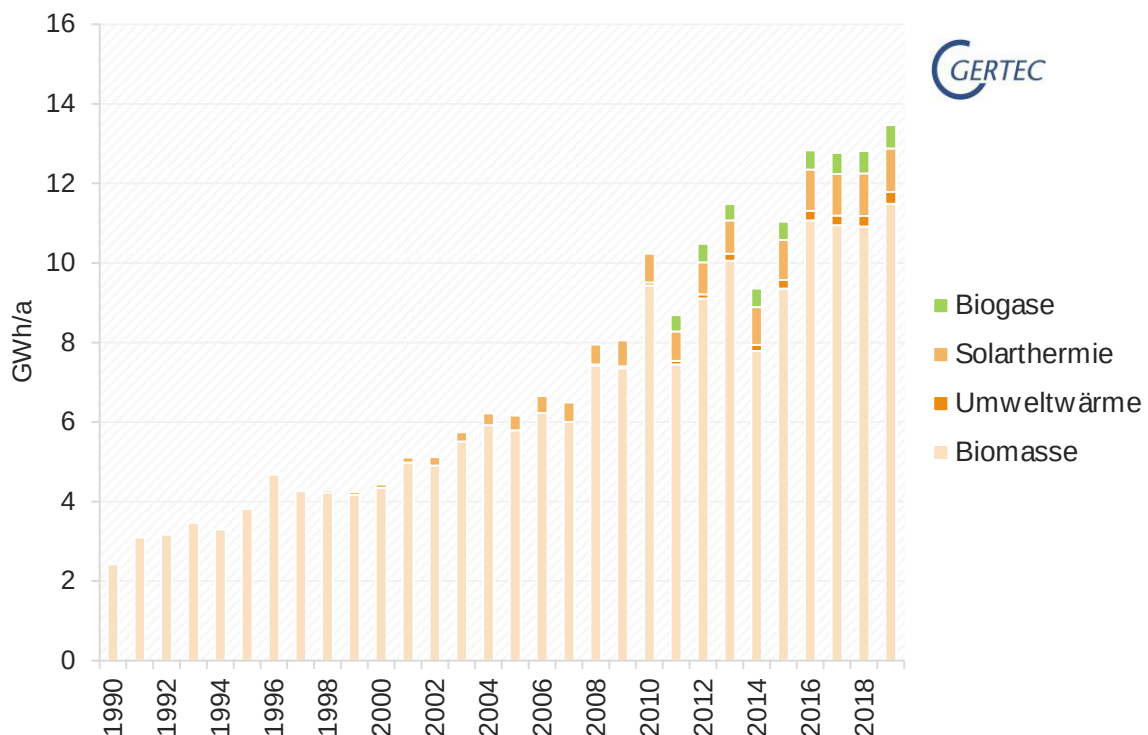


Abbildung 12 Lokale Wärmeproduktion durch Erneuerbare Energien(Quelle: Gertec)

1.6 Ein Vergleich von lokalen und bundesweiten Indikatoren

Der Vergleich von lokalen Indikatoren mit dem Bundesdurchschnitt¹¹ (vgl. [Tabelle 2](#)**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) hilft dabei, die Ergebnisse der Energie- und THG-Bilanzierung einzuordnen.

Auffällig ist, dass die endenergiebezogenen THG-Emissionen je Einwohner in Billerbeck mit ca. 7,1 Tonnen CO₂eq/a unterhalb des Bundesdurchschnitts (ca. 8,7 Tonnen CO₂eq/a) liegen. Die THG-Emissionen bzw. die

¹⁰ Hertle, H., Dünnebeil, F., Gugel, B., Rechsteiner, E. und Reinhard, C. (2019). Bilanzierungs-Systematik Kommunal – Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland. Quelle: https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/BISKO_Methodenpapier_kurz_ifeu_Nov19.pdf

¹¹ Datenquelle: Umweltbundesamt (vgl. <https://www.umweltbundesamt.de/>)

Energieverbräuche im Sektor der privaten Haushalte in Billerbeck liegen hingegen im Bereich des Bundesdurchschnitts (ca. 2,2 Tonnen CO₂eq/a je Einwohner).

Im Wirtschaftssektor liegen die Endenergieverbräuche je sozialversicherungspflichtig Beschäftigtem in Billerbeck mit ca. 30,1 MWh/a oberhalb des Bundeschnitts (ca. 25,7 MWh/a).

Die Endenergieverbräuche je Einwohner am motorisierten Individualverkehr (MIV) liegen mit ca. 5,1 MWh/a je Einwohner ebenfalls im Bereich des Bundesdurchschnitts (ca. 5 MWh/a).

Der Anteil der erneuerbaren Energien im Bereich der Wärmeerzeugung liegt in Billerbeck mit 10,6 % leicht unter dem Bundesdurchschnitt von 14,5 %. Im Bereich der Stromerzeugung durch erneuerbare Energien liegt der Anteil in Billerbeck hingegen weit über dem bundesweiten Niveau (126,4 %, verglichen mit dem Bundesdurchschnitt von 37,8 %). Der Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten Endenergieverbrauch liegt, aufgrund der enormen Stromproduktion aus erneuerbaren Energien, weit über dem Bundesdurchschnitt (40,6 % zu 16,8 %).

Auch beim prozentualen Anteil der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) am Wärmeverbrauch ist in Billerbeck mit ca. 1,7 % noch Ausbaupotenzial verglichen mit dem Bundesdurchschnitt (16,3 %) gegeben.

Klimaschutzindikatoren	Billerbeck 2019	Bundesdurchschnitt 2018
Endenergiebezogene Gesamtemissionen je Einwohner (t CO ₂ eq/a)	7,1	8,7
Endenergiebezogene THG-Emissionen je Einwohner im Wohnsektor (t CO ₂ eq/a)	2,2	2,4
Endenergieverbrauch je Einwohner im Wohnsektor (kWh/a)	7.751	8.228
Prozent Anteil erneuerbarer Energien am gesamten Energieverbrauch	40,6 %	16,8 %
Prozent Anteil von erneuerbarer Stromproduktion am gesamten Stromverbrauch ¹²	126,4 %	37,8 %
Prozent Anteil erneuerbarer Energien am gesamten Wärmeverbrauch	10,6 %	14,5 %
Prozent Anteil KWK am gesamten Wärmeverbrauch	1,7 %	16,3 %
Endenergieverbrauch des Wirtschaftssektors je sozialversicherungspflichtig Beschäftigtem (kWh/a)	30.128	25.740
Endenergieverbrauch je Einwohner des motorisierten Individualverkehrs (kWh/a)	5.119	5.049

Tabelle 2 Vergleich von lokalen und bundesweiten Indikatoren (Quelle: Gertec)

¹² Berücksichtigt Stromproduktion aus PV-Anlagen, Klärgas-Anlagen, und Biogas in Verbindung mit der Fernwärmeproduktion innerhalb der Stadtgrenze.

1.7 Exkurs: Ernährung und Konsum

Neben den in Kapitel 1.4 betrachteten THG-Emissionen, resultierend aus stationären Energieverbräuchen (in privaten Haushalten und der Wirtschaft) sowie Energieverbräuchen im Verkehrssektor, trägt jeder Mensch durch seine individuelle Verhaltensweise (Konsumverhalten und Ernährungsweise) dazu bei, dass Treibhausgase in die Atmosphäre ausgestoßen werden. Hierbei spielen sowohl die Erzeugung, die Verarbeitung und der Transport von Lebensmitteln sowie Kaufentscheidungen eine Rolle.

Insbesondere hinsichtlich Ernährung und Konsum ist es wichtig, nicht ausschließlich das Treibhausgas CO₂ zu betrachten, sondern den Fokus auch auf weitere Treibhausgase wie Methan (CH₄) oder Distickstoffmonoxid (N₂O) zu legen, da für die Befriedigung von Nahrungs- und Konsumbedürfnissen überwiegend diese Treibhausgase freigesetzt werden. Da sämtliche THG-Emissionen in diesem Bericht als CO₂-Äquivalente ausgewiesen werden und daher alle klimarelevanten Treibhausgase betrachtet werden (vgl. Kapitel 1.1), ist eine problemlose Vergleichbarkeit der Sektoren Ernährung und Konsum mit den übrigen Sektoren gegeben.

Mittels des internetbasierten Berechnungs-Tools „CO₂-Spiegel“ der Klimaschutz- und Energie-Beratungsagentur¹³ lassen sich bezüglich des Sektors Ernährung anhand der Annahmen

- Ernährungsweise: normal
- Lebensmittelherkunft: gemischt
- saisonale Lebensmittel: gemischt
- Tiefkühlkost: gelegentlich
- Öko-Lebensmittel: gelegentlich

jährlich 1,6 Tonnen CO₂eq-Ausstoß je Einwohner errechnen. Diese Annahmen sollen das Verhalten eines durchschnittlichen Einwohners in Billerbeck abbilden.

Bezüglich des Sektors Konsum wurden folgende Annahmen getroffen:

- Konsumverhalten: durchschnittlich
- Kaufentscheidung: Preis
- Übernachtung im Hotel: 1-14 Tage
- Auswärts essen gehen: manchmal

Ein derartiges Verhalten bedingt jährlich sogar Emissionen in Höhe von 3,1 Tonnen CO₂eq je Einwohner.

Stellt man diese errechneten Emissionen nun den Emissionen der stadtweiten THG-Bilanz gegenüber (vgl. Kapitel 1.4), wird deutlich, welche Bedeutung die Bereiche Ernährung und Konsum hinsichtlich der verursachten THG-Emissionen jedes Einwohners in Billerbeck haben (vgl. Abbildung 13).

¹³ <http://kliba.co2spiegel.de/>

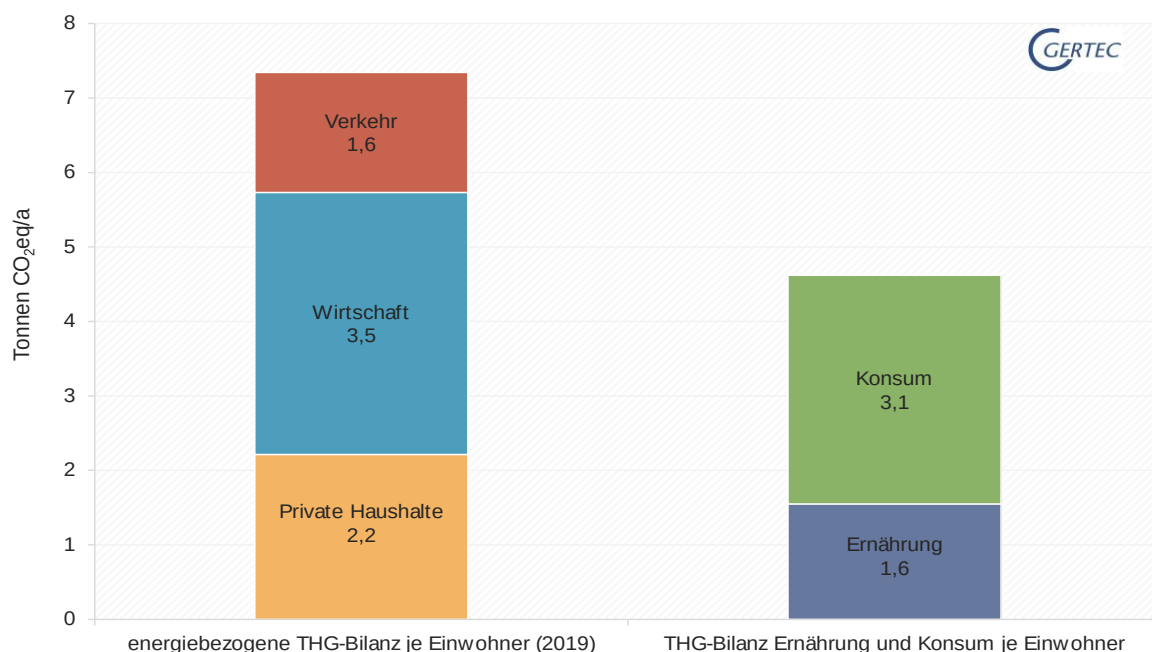


Abbildung 13 THG-Emissionen je Einwohner (2019) – ein Vergleich der stadtweiten THG-Bilanz mit den Sektoren Ernährung und Konsum (Quelle: Gertec)

Anzumerken ist jedoch, dass die Sektoren Ernährung und Konsum nicht in ihrer Gesamtheit zu den Sektoren private Haushalte, Wirtschaft und Verkehr addiert werden können, sondern dass diese in Teilaspekten bereits in diesen drei Sektoren enthalten sind. So verursacht ein Lebensmittelhändler durch seine wirtschaftliche Aktivität beispielsweise Emissionen durch den Lieferverkehr, welche dann in gewissem Maße bereits über den Verkehrssektor abgebildet werden.

Um zu verdeutlichen, dass auch hinsichtlich Ernährung und Konsum ein enormer Beitrag zum Klimaschutz eines jeden Einwohners geleistet werden kann, stellen [Tabelle 3](#) und [Tabelle 4](#) sowie [Abbildung 14](#) die jährlichen Pro-Kopf THG-Emissionen in diesen Bereichen dar. Betrachtet werden mehrere Faktoren, die unterschiedliches Ernährungs- und Konsumverhalten kennzeichnen (z. B. die Herkunft von Lebensmitteln, die Häufigkeit des Verzehr von Tiefkühlkost oder Öko-Lebensmitteln, Kaufentscheidungen hinsichtlich des Preises oder der Langlebigkeit von Produkten, die Häufigkeit von Restaurantbesuchen etc.), differenziert in die Varianten „durchschnittliches Verhalten“ sowie „Klimaschutzverhalten“. Diese Daten wurden ebenfalls dem Berechnungs-Tool „CO₂-Spiegel“ entnommen.

Ernährung	durchschnittliches Verhalten	Klimaschutzverhalten
Ernährungsweise	normal	wenig Fleisch
Lebensmittelherkunft	gemischt	regional
saisonale Lebensmittel	gemischt	vorwiegend
Tiefkühlkost	gelegentlich	nie
Öko-Lebensmittel	gelegentlich	vorwiegend
THG-Emissionen (t CO ₂ eq/a)	1,6	1,2

Tabelle 3 THG-Emissionen je Einwohner durch Ernährung in den Varianten „durchschnittliches Verhalten“ und „Klimaschutzverhalten“ – tabellarisch (Quelle: Gertec)

Konsum	durchschnittliches Verhalten	Klimaschutzverhalten
Konsumverhalten	Durchschnittlich	sparsam
Kaufentscheidung	Preis	Langlebigkeit
Übernachtung im Hotel	1-14 Tage	keine
auswärts essen gehen	Manchmal	selten
THG-Emissionen (t CO ₂ eq/a)	3,1	2,0

Tabelle 4 THG-Emissionen je Einwohner durch Konsum in den Varianten „durchschnittliches Verhalten“ und „Klimaschutzverhalten“ – tabellarisch (Quelle: Gertec)

Zu beachten ist, dass in der Variante „Klimaschutzverhalten“ kein radikaler Einschnitt im Ernährungs- und Konsumverhalten eines Menschen im Vergleich zur Variante „durchschnittliches Verhalten“ stattfinden muss, sondern dass alle Ernährungs- und Konsumententscheidungen lediglich ein wenig klimabewusster getroffen werden. So lassen sich die Emissionen im Bereich Ernährung von 1,6 auf 1,2 Tonnen CO₂eq/a und im Bereich Konsum von 3,1 auf 2,0 Tonnen CO₂eq/a reduzieren, was bezogen auf die Summe der Emissionen aus Ernährung und Konsum einer THG-Reduktion um knapp ein Drittel entspricht.

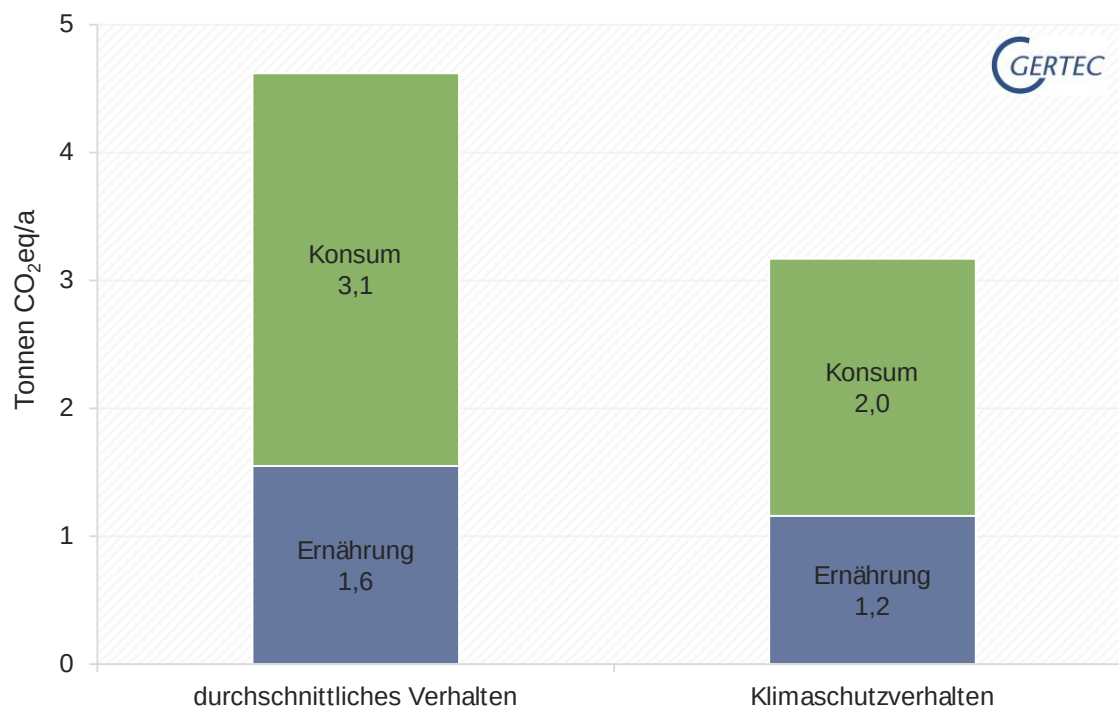


Abbildung 14 THG-Emissionen je Einwohner durch Ernährung und Konsum in den Varianten „durchschnittliches Verhalten“ und „Klimaschutzverhalten“ – grafisch (Quelle: Gertec)

Diese ermittelten, einwohnerbezogenen Emissionseinsparungen ergeben – übertragen auf die gesamte Stadt Billerbeck – ein THG-Einsparpotenzial von ca. 16,8 Tsd. Tonnen CO₂eq/a.

2 Potenziale zur Treibhausgas-Reduktion

Auf der Basis von bundesweiten Studien¹⁴ zu wirtschaftlichen Minderungspotenzialen des Stromverbrauchs, den in Gebäudetypologien ermittelten Minderungspotenzialen im Bereich der Raumheizung sowie mit detaillierten Studien hinsichtlich zukünftiger Stromverbrauchsentwicklungen in privaten Haushalten, können anhand der Ergebnisse der zuvor erstellten Energie- und THG-Bilanzierung (vgl. Kapitel 1) sowie unter der Annahme von moderaten Energiepreissteigerungen die technischen und wirtschaftlichen THG-Emissionseinsparpotenziale¹⁵ – sowohl für den kurz-/mittelfristigen Zeitraum bis zu den Jahren 2025/2030 als auch langfristig bis zum Jahr 2045 – berechnet werden. In den verschiedenen Sektoren (private Haushalte, Wirtschaft¹⁶, kommunale Verwaltung und Verkehr) lassen sich somit Handlungsschwerpunkte ableiten.

Im Folgenden werden die technischen und wirtschaftlichen Emissionsminderungspotenziale auf der Verbraucherseite durch stationäre Energieverbräuche (einschließlich Energieeffizienzmaßnahmen) (Kapitel 2.1), im Verkehrssektor (Kapitel 2.2) sowie durch den Einsatz erneuerbarer Energien und durch Veränderungen in der Energieversorgungsstruktur (Kapitel 2.3) betrachtet.

2.1 Potenziale in den stationären Sektoren

Die nachfolgend aufgeführten technisch-wirtschaftlichen Einsparpotenziale durch verbraucherseitige Einsparungen stationärer Energieverbräuche (in den Sektoren private Haushalte, Wirtschaft und kommunale Liegenschaften) wurden anhand der genannten bundesweiten Studien zu Stromeinsparungen, Energieeffizienz sowie auf der Grundlage von Gebäudetypologien überschlägig ermittelt und auf die Stadt Billerbeck übertragen.

Wesentliche Basisparameter in den verwendeten Studien mit hohem Einfluss auf die Ergebnisse sind:

- Strom- und Wärmeeinsparpotenziale auf Basis von Effizienzsteigerungen sowie geänderten Verhaltensweisen
- Erneuerungszyklen der Bauteile und der Anlagentechnik/Geräte
- Ziel-Standards bei der Durchführung von Sanierungen/Ersatzinvestitionen
- Energiepreise und Energiepreisprognosen sowie
- die Einbeziehung von Hemmnissen/Marktversagen.

¹⁴ Öko-Institut e.V., Fraunhofer ISI; Klimaschutzszenario 2050. 2. Endbericht: Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau, und nukleare Sicherheit. Berlin, Dezember 2015. Angepasst auf Zieljahr 2045. EWI, GWS, Prognos AG; Endbericht: Entwicklung der Energiemärkte –Energierferenzprognose. Projekt Nr. 57/12 Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie. Basel/Köln/Osnabrück, Juni 2014.

¹⁵ Als technisch-wirtschaftliches Potenzial wird der Teil des theoretischen Potenzials verstanden, welcher unter Berücksichtigung von technischen wie auch wirtschaftlichen Restriktionen nutzbar ist.

Beispiel Windenergie: Das theoretische Potenzial umfasst das theoretisch physikalisch nutzbare Energieangebot des Windes. Das technische Potenzial ist der Teil dieser Energie, welcher bei der Umwandlung in elektrische Energie durch den Betrieb von WEA genutzt werden kann. Wirtschaftlich muss so eine Anlage aber auch sein. Das technische Potenzial muss also so hoch sein, dass sich die Anlage in ihrem Lebenszyklus amortisiert. Differenzierung der Wirtschaft gemäß Klimaschutz-Planer: Industrie (produzierende und verarbeitende Gewerbe) und andere Gewerbe, Handel, Dienstleistung (GHD).

	Private Haushalte				Industrie				Gewerbe-Handel-Dienstleistung				kommunale Liegenschaften			
	2019	bis 2025	bis 2030	bis 2045	2019	bis 2025	bis 2030	bis 2045	2019	bis 2025	bis 2030	bis 2045	2019	bis 2025	bis 2030	bis 2045
Anwendungszwecke	Tsd. Tonnen CO ₂ eq/a															
Heizung	19,0	17,5	16,4	12,8	1,0	1,0	0,8	0,6	16,0	12,7	10,1	5,3	0,6	0,5	0,4	0,2
Warmwasser	2,9	2,8	2,8	2,7	0,1	0,1	0,1	0,1	1,8	1,8	1,8	1,8	0,1	0,1	0,1	0,1
Prozesswärme	0,7	0,5	0,5	0,4	6,9	6,7	5,9	4,8	1,8	1,8	1,8	1,8	0,1	0,1	0,1	0,1
Kühlung	0,4	0,3	0,5	0,6	0,3	0,3	0,3	0,2	1,3	1,6	1,8	2,8	0,1	0,1	0,1	0,1
Beleuchtung	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	5,7	5,1	4,4	3,0	0,2	0,2	0,3	0,1
Mechanische Anwendungen	1,4	1,1	1,2	0,9	2,0	1,9	1,7	1,4	5,8	5,5	4,8	3,6	0,2	0,2	0,2	0,1
Information und Kommunikation	0,8	0,7	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	2,1	2,0	1,8	1,5	0,1	0,1	0,1	0,1
Summe	25,7	23,4	22,1	17,7	10,6	10,3	9,0	7,3	34,6	30,6	26,5	20,0	1,4	1,2	1,2	0,8
%-Einsparungen		-9%	-14%	-31%		-2%	-14%	-31%		-12%	-23%	-42%		-11%	-14%	-41%

Tabelle 5 THG-Emissionen und Einsparpotenziale durch stationäre Energieverbräuche in Tsd. Tonnen CO₂eq/a

Das Potenzial zur THG-Minderung durch Einsparungen beim stationären Energieverbrauch in den verschiedenen Sektoren wird in [Tabelle 5](#) und [Abbildung 15](#) dargestellt und nach den Energieanwendungszwecken

- Heizung (Raumwärme)
- Warmwasseraufbereitung
- Prozesswärme (im Haushalt zum Beispiel das Kochen mit dem Elektroherd)
- Kühlung (Klimatisierung der Gebäude und technische Kälte)
- Beleuchtung
- Mechanische Anwendungen (hierunter fallen Anwendungen wie Garagentore, Aufzug-Bedienung oder auch die Bedienung von Waschmaschinen und Trocknern bzw. in den Wirtschaftsbereichen auch Antriebe, mechanische Arbeit, Lüftung und Druckluft) und
- Information und Kommunikation (Server, PCs, Fernseher, Radio, Kopierer, Fax, etc.)

aufgeschlüsselt und differenziert dargestellt.

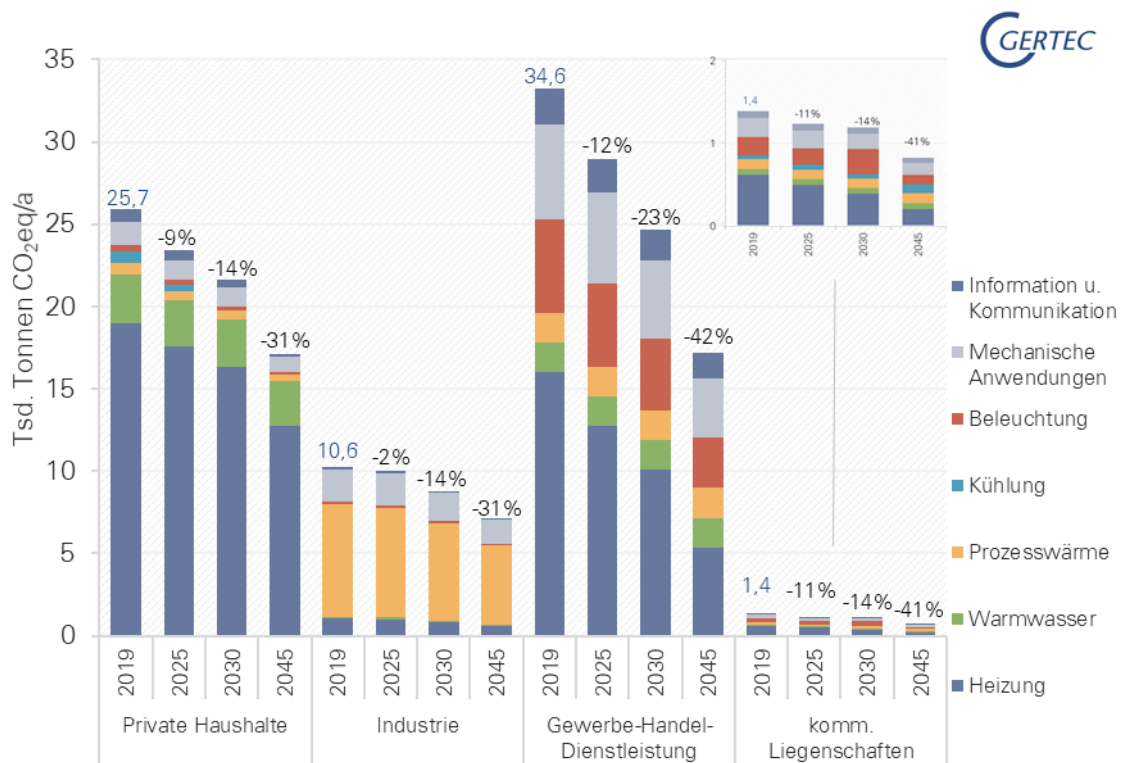


Abbildung 15 THG-Emissionen und Einsparpotenziale durch stationäre Energieverbräuche

Absolut gesehen existieren in Billerbeck mit ca. 14,6 Tsd. t CO₂eq/a die größten Einsparpotenziale im Sektor Gewerbe-Handel-Dienstleistung, was einer Einsparung von ca. 42 % bis 2045 innerhalb dieses Sektors entspricht. Die größten Einsparmöglichkeiten liegen hierbei in den Anwendungszwecken Heizwärme, Beleuchtung und mechanische Anwendungen. Der Industriesektor weist ein Einsparpotenzial von 3,3 Tsd. t CO₂eq/a auf, was ca. 31 % innerhalb des Sektors entspricht. Dabei ist der Bereich der Prozesswärme hervorzuheben.

Im Sektor der Privaten Haushalte sind mit Einsparungen von ca. 8,0 Tsd. t CO₂eq/a (entspricht ca. 31 % bis 2045) weitere THG-Einsparmöglichkeiten gegeben, hierbei insbesondere im Bereich der Heizwärme.

In den kommunalen Liegenschaften existiert darüber hinaus ein Emissionsminderungspotenzial von ca. 0,6 Tsd. t CO₂eq/a (entspricht ca. 41 % Einsparung bis 2045).

Es wird deutlich, dass – quantitativ betrachtet – die Sektoren Gewerbe-Handel-Dienstleistung, private Haushalte sowie der Sektor Industrie bei der Entwicklung von Maßnahmenempfehlungen die größte Relevanz aufweisen. Im Vergleich dazu können die kommunalen Liegenschaften nur geringfügig zur stadtweiten Emissionsminderung beitragen, im Hinblick auf ihre Vorbildwirkung bei der Durchführung von Energieeinspar- und Effizienzmaßnahmen ist dies jedoch nicht zu vernachlässigen.

2.2 Potenziale im Verkehrssektor

Maßnahmen zur Reduktion der THG Emissionen im Verkehrssektor lassen sich in folgende Kategorien differenzieren

- Verkehrsvermeidung,
- Verkehrsverlagerung,

- Verkehrsverbesserung (bzw. effiziente Nutzung von Verkehrsmitteln)
- sowie ordnungsrechtliche Vorgaben.

In die Kategorie Verkehrsvermeidung fallen Maßnahmen aus dem Bereich der Siedlungs- und Verkehrsplanung. Hierzu zählen z. B. verkehrsoptimierte Stadtentwicklungskonzepte, aus denen kürzere Wegstrecken für die Bevölkerung resultieren. Maßnahmen, die auf eine Mentalitätsveränderung der Verkehrsteilnehmer abzielen, können ebenfalls der Kategorie Verkehrsvermeidung zugeordnet werden. Hierzu zählt z. B. die stärkere Nutzung von Telefon- bzw. Videokonferenzen im beruflichen Kontext, anstelle von Treibhausgase verursachenden Dienstreisen.

Der Kategorie Verkehrsverlagerung können diejenigen Maßnahmen zugeordnet werden, die auf eine Nutzungssteigerung von umweltverträglichen Verkehrsmitteln abzielen. Radförderprogramme, Attraktivierungsmaßnahmen für den ÖPNV und touristische Angebote (wie Wander- und Fahrradrouten) fallen in diese Kategorie. Je besser individuelle Reiseketten im sog. „Umweltverbund“ (also zu Fuß, mit dem Fahrrad und/oder mit Bussen und Bahnen) bestritten werden können, desto höher ist das THG-Einsparpotenzial. Insbesondere im Bereich des Freizeitverkehrs, der im Durchschnitt einen Anteil von rund 35 % der gesamten THG Emissionen im Verkehrssektor ausmacht, können erhebliche THG-Minderungspotenziale durch alternative Mobilitätsangebote zum motorisierten Individualverkehr realisiert werden.¹⁷

Emissionsminderungsziele können auch durch eine effizientere Nutzung von Verkehrsmitteln erreicht werden. Hierzu zählt der Einsatz moderner Technologien, z. B. die Nutzung von Hybrid- und Elektrobussen im ÖPNV oder der Einsatz kraftstoffsparender Pkw im Alltags- und Berufsverkehr sowie die Nutzung von Elektroautos im privaten Bereich und für gewerbliche (und kommunale) Flotten. Carsharing stellt ein weiteres Beispiel für die effiziente Nutzung von Verkehrsmitteln in Form einer Kapazitätsoptimierung dar.

Ordnungsrechtliche Vorgaben auf EU-, Bundes und Landesebene können ebenfalls THG-Emissionsminderungen im Verkehrssektor auf lokaler Ebene bewirken. So können z. B. Emissionsgrenzwerte für Neuwagen gesetzlich vorgeschrieben oder Fahrzeuge entsprechend ihrem THG-Ausstoß besteuert werden. Insgesamt ist das THG-Minderungspotenzial durch gesetzliche Regelungen als hoch bis sehr hoch einzuschätzen. Dem stehen jedoch bei vielen potenziellen Maßnahmen Akzeptanzprobleme in der Bevölkerung entgegen.

Ogleich in der Theorie die THG-Minderungspotenziale im Verkehrssektor weitgehend bekannt sind, existieren bislang wenige ausführliche und aktuelle Studien, die eine konkrete Quantifizierung des Einsparpotenzials durch Klimaschutzmaßnahmen ausweisen. Den bis dato umfassendsten Ansatz liefern das Öko-Institut e.V. und Fraunhofer ISI im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) mit einer Studie aus dem Jahr 2015.¹⁸ Darin enthalten ist (unter Einbeziehung aller im Jahr 2015 bereits beschlossenen Maßnahmen und Gesetzesänderungen) ein Maßnahmenkatalog mit Einzelmaßnahmen zur THG-Einsparung, die den genannten Kategorien (Verkehrsvermeidung, Verkehrsverlagerung, Verkehrsverbesserung bzw. technische Innovationen und ordnungsrechtliche Vorgaben) zugeordnet werden können. Darüber hinaus liefert die Studie detaillierte Trend- und Zielszenarien der verschiedenen Verkehrsträger bis zum Jahr 2050. Die Maßnahmen reichen von der Förderung regionaler Wirtschaftskreisläufe (Verkehrsvermeidung), über eine Verkehrsverlagerung vom Pkw zum ÖPNV/Fahrradverkehr (Verkehrsverlagerung) und kraftstoffsparendem Fahren (Verkehrsverbesserung) bis hin zu CO₂-Grenzwert-Gesetzgebungen (ordnungsrechtliche Vorgaben), E-Mobilität und Änderungen der Treibstoffherstellung sowie Versorgung durch strombasierte Kraftstoffe (Power-to-Fuel). Als Antwort auf die im Frühjahr 2021 verschärften Klimaschutzziele wurden die Potenziale auf das Jahr 2045 untergerechnet.

Übertragen auf die Gegebenheiten in Billerbeck lagen gemäß Trend-Szenario des BMU im Verkehrssektor die Emissionen im Bilanzjahr 2019 14 % höher, als im Bezugsjahr 1990. Bis 2025 sinkt der Wert auf plus 8 % bis 2030

¹⁷ vgl. Berechnungen des UBA in „Tourismus und Umwelt“, 2018. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/tourismus-umwelt>
¹⁸ Öko-Institut e.V., Fraunhofer ISI; Klimaschutzszenario 2050. 2. Endbericht: Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB). Berlin, Dezember 2015.

auf plus 3 % gegenüber dem Wert von 1990. Bis zum Jahr 2045 wird gemäß Trend-Szenario ein weiterer Abfall der Emissionen des Verkehrssektors auf minus 12 % gegenüber dem Wert von 1990 erfolgen. Werden die Zahlen des Trend-Szenarios jedoch in Kontext zum Bilanzierungsjahr 2019 gestellt, so ergeben sich Einsparungen der THG-Emissionen in Höhe von 6 % bis 2025, 10 % bis 2030 und 23 % bis 2045. Gegenüber dem Bilanzjahr 2019 sind für 2045 somit absolute Einsparungen von 4,3 Tsd. Tonnen CO₂eq/a bestimmbar (vgl. [Abbildung 16](#)).

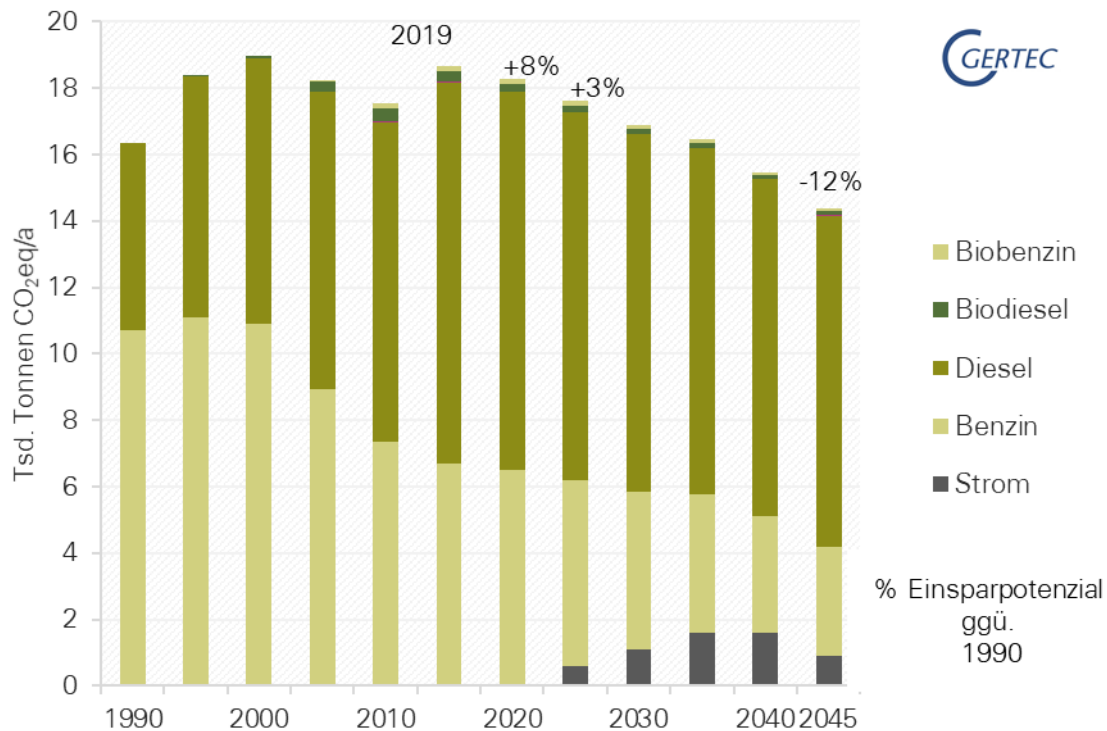


Abbildung 16 THG-Emissionen nach Trend-Szenario des BMU übertragen auf die Stadt Billerbeck

Demgegenüber ließe sich durch eine vollständige Umsetzung der vom BMU in die Potenzialermittlung einbezogenen Maßnahmen¹⁹ – übertragen auf die Gegebenheiten in Billerbeck – bis zum Jahr 2025 eine THG-Emissionssteigerung um 28 % gegenüber 1990 erkennen. Bis 2030 würden die Emissionen um 61 % gesenkt werden. Bis zum Jahr 2045 würde die Einsparung insgesamt 93 % gegenüber 1990 (Reduktion um ca. 15,2 Tsd. t CO₂eq/a) betragen (vgl. [Abbildung 17](#)).

¹⁹

In diesem Szenario wird der Verbrauch von fossilen Kraftstoffen im Verkehrssektor in Deutschland bis 2050 durch u. a. die massive Umstellung auf mit erneuerbarem Strom versorgte Elektrofahrzeuge, den Einsatz von synthetischen Kraftstoffen, sowie durch den Ausbau von ÖPNV und Schienenverkehr weit möglichst reduziert. Als Antwort auf die verschärften Klimaschutzziele der Bundesregierung wurden die Potenziale auf das Jahr 2045 gerechnet.

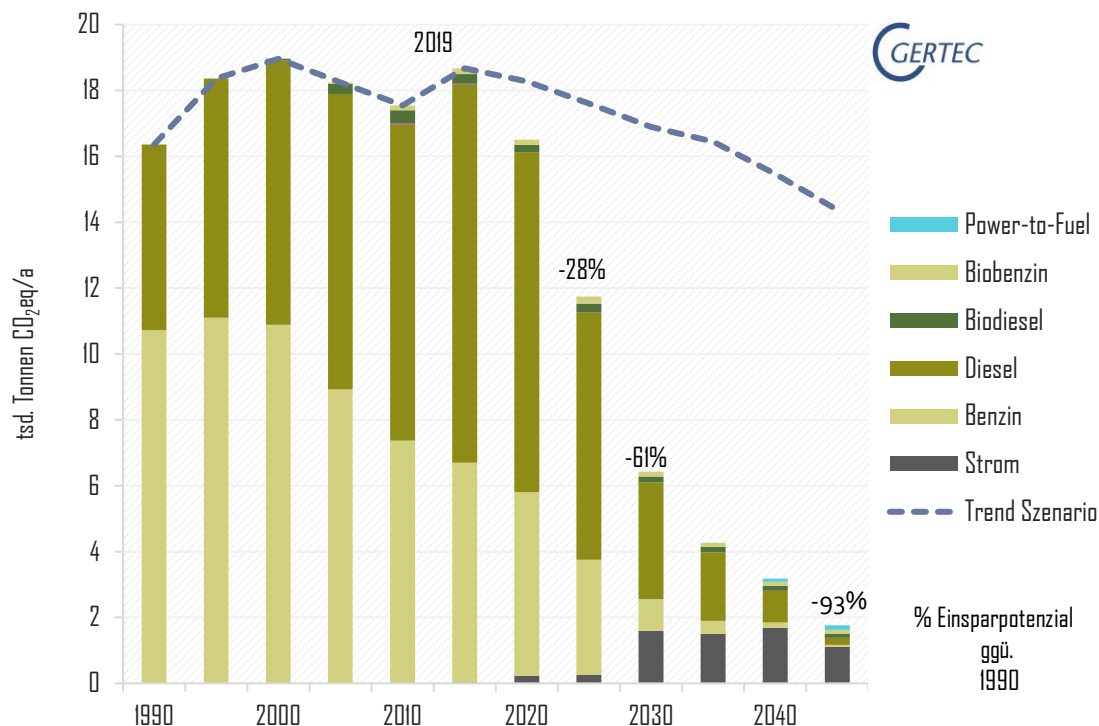


Abbildung 17 THG-Emissionen nach Klimaschutz-Szenario des BMU übertragen auf die Stadt Billerbeck

2.3 Potenziale durch den Einsatz erneuerbarer Energien und Veränderungen in der Energieverteilungsstruktur

Neben THG-Reduktionen durch verbraucherseitige Einsparungen von stationären Energieverbräuchen (vgl. Kapitel 2.1) sowie im Verkehrssektor (vgl. Kapitel 2.2) lassen sich durch den Einsatz von erneuerbaren Energien sowie Änderungen in der Energieverteilungsstruktur die stadtweiten THG-Emissionen zusätzlich deutlich verringern.

Abbildung 18 und Tabelle 6 zeigen zusammengefasst die in diesen Bereichen bestehenden Potenziale in Billerbeck.

Zur Bestimmung der Potenziale wurde für jede Energieform zunächst ein theoretisches Gesamtpotenzial ermittelt. Dieses wurde mittels Potenzialstudien des Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein Westfalen (LANUV)²⁰ sowie gutachterlicher Einschätzungen (z. B. Ausweisung von Biomassepotenzialen anhand der in Billerbeck vorhandenen Wald-, Acker- und Grünflächen; Ausweisung von Solarthermie-Potenzialen lediglich im Bereich von Wohn- und Mischgebieten mit entsprechenden Abnehmern der produzierten Wärme) auf ein verbleibendes, technisch-wirtschaftliches Potenzial für die Zeiträume bis 2025, 2030 und 2045 reduziert.

²⁰

<https://www.energieatlas.nrw.de/site/potenzialstudien>

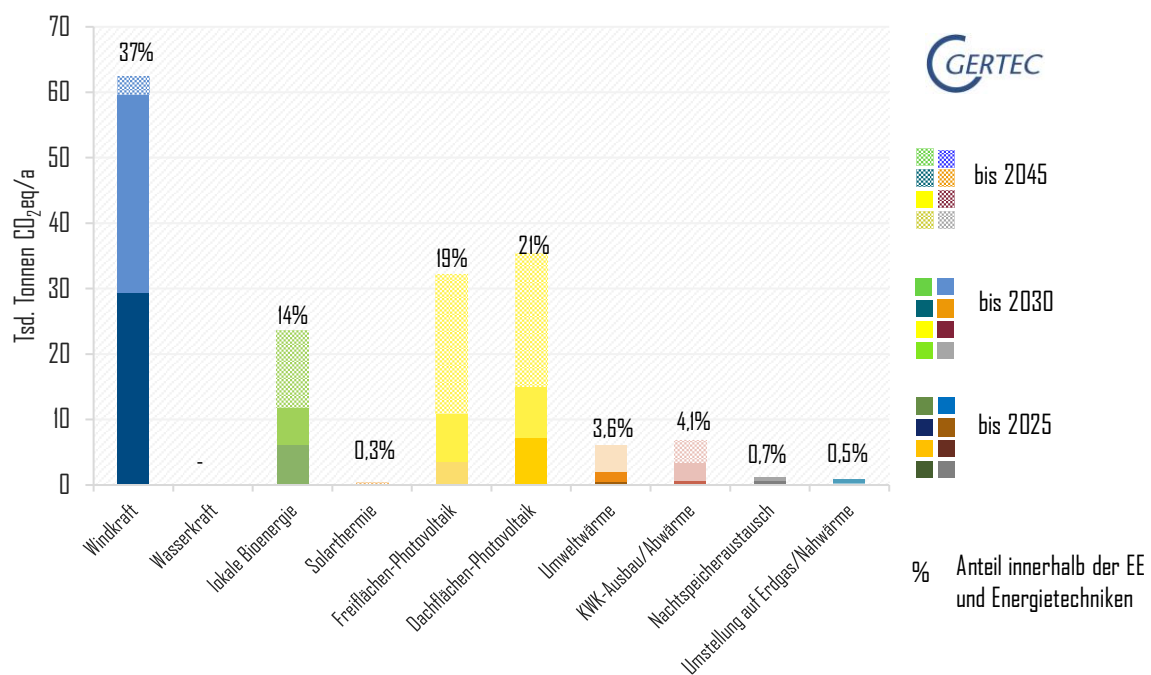


Abbildung 18 THG-Vermeidungspotenzial durch den Ausbau erneuerbarer Energien und Umstellungen der Energietechniken

	bis 2025		bis 2030		bis 2045	
	Tsd. Tonnen CO ₂ eq/a	%	Tsd. Tonnen CO ₂ eq/a	%	Tsd. Tonnen CO ₂ eq/a	%
Windkraft	29,5	61%	59,6	57%	62,3	37%
Wasserkraft	-	-	-	-	-	-
lokale Bioenergie	6,1	13%	11,8	11%	23,6	14%
Solarthermie	0,1	0,1%	0,1	0%	0,4	0,3%
Freiflächen-Photovoltaik	3,6	7%	10,9	10%	32,2	19%
Dachflächen-Photovoltaik	7,3	15%	15,0	14%	35,4	21%
Umweltwärme	0,5	1,1%	2,0	1,9%	6,0	3,6%
KWK-Ausbau/Abwärme	0,6	1,3%	3,4	3,3%	6,8	4,1%
Nachtspeicheraustausch	0,6	1,2%	1,2	1,1%	1,2	0,7%
Umstellung auf Erdgas/Nahwärme	0,3	0,6%	0,9	0,8%	0,9	0,5%
Summe	48,5		105,0		168,8	

Tabelle 6 THG-Vermeidungspotenzial durch den Ausbau erneuerbarer Energien und Umstellungen der Energietechniken

Es wird deutlich, dass in Billerbeck hinsichtlich des Ausbaus der erneuerbaren Energien bis 2045 die größten THG-Einsparpotenziale in den Bereichen

- einer zukünftig gesteigerten, energetischen Verwertung von lokaler Biomasse und Biogasen aus der Land- und Forstwirtschaft sowie anhand von Abfällen (23,6 Tsd. t CO₂eq/a bzw. 14 %),
- Stromerzeugung mittels Photovoltaik auf Dachflächen (35,4 Tsd. t CO₂eq/a bzw. 21 %),
- der Stromerzeugung mittels Photovoltaik auf Freiflächen (32,2 Tsd. t CO₂eq/a bzw. 19 %) sowie
- der Stromerzeugung mittels Windkraftanlagen (62,3 Tsd. t CO₂eq/a bzw. 37 %)

liegen.

Darüber hinaus existieren weitere THG-Einsparpotenziale in der Wärmeerzeugung

- mittels Umweltwärme, inklusive oberflächennaher Geothermie (6,0 Tsd. t CO₂eq/a bzw. 3,6 %)
- sowie der solarthermischen Nutzung von Dachflächen in Wohn- und Mischgebieten (0,4 Tsd. t CO₂eq/a bzw. 0,3 %).

Zudem lassen sich hinsichtlich Änderungen der Energieverteilungsstruktur durch

- eine Umstellung von nicht leitungsgebundenen, fossilen Energieträgern (insb. Heizöl) auf Erdgas und Nah-/Fernwärme (0,9 Tsd. t CO₂eq/a bzw. 0,5 %),
- einen Austausch von Nachtspeicherheizungen (1,2 Tsd. t CO₂eq/a bzw. 0,7 %) sowie
- einen zukünftigen Ausbau der KWK und die Nutzung von industrieller Abwärme (6,8 Tsd. t CO₂eq/a bzw. 4,1 %)

weitere THG-Emissionen einsparen.

In der Summe ergibt sich durch den Ersatz fossiler Brennstoffe, dem Einsatz von erneuerbaren Energien sowie einer zukünftig veränderten Energieversorgungsstruktur bis zum Jahr 2025 ein THG-Einsparpotenzial von ca. 48,5 Tsd. t CO₂eq/a, bis zum Jahr 2030 von ca. 105 Tsd. t CO₂eq/a und bis zum Jahr 2045 ein Potenzial von insgesamt ca. 168,8 Tsd. t CO₂eq/a. Eine detaillierte Beschreibung zur Ermittlung von THG-Einsparpotenzialen der jeweiligen erneuerbaren Energien und Energietechniken erfolgt in den [Kapiteln 2.3.1 bis 2.3.8](#).

2.3.1 Windkraft

Auf Basis einer Studie des LANUV zu Potenzialen der erneuerbaren Energien von 2012 konnte für die Stadt Billerbeck ein gesamtes (theoretisches) Windkraftpotenzial in Höhe von 57 MW (ohne Berücksichtigung der Nutzung von Laub- und Mischwäldern) beziffert werden. Bis 2019 wurden in Billerbeck bereits 9 Windkraftanlagen mit insgesamt 16,9 MW installierter Leistung installiert. Die daraus resultierende Durchschnittsgröße der installierten Anlagen beläuft sich auf 1,88 MW. Somit ist weiterhin ein Ertragspotenzial für Billerbeck erkennbar. Dieses entspricht theoretisch einer Leistung von ca. 13 weiteren Windkraftanlagen der 3 MW-Klasse. Aufgrund der 35. Änderung des Flächennutzungsplanes mit Ausweisung von Windkonzentrationszonen, liegen für vier Zonen in Billerbeck genauere Planungen und Potenziale vor, die nach Umsetzung eine installierbare Leistung von ca. 43 MW aufweisen (vgl. [Tabelle 7](#)). Zwischen den bereits bestehenden und genaueren Planungen der Stadt Billerbeck und dem theoretischen Potenzial liegt eine Differenz vor. Da die lokalen Planungen detaillierter sind und die Gegebenheiten vor Ort näher abbilden, liegen diese der Berechnung des Einsparpotenzials zugrunde.

Zone	Bestand	Planung	verbleibendes Potenzial
Zone 1: Risauer Berg	2 Anlagen á 3 MW	2 Anlagen á 3 MW	1 Anlage á 3 MW
Zone 2: Kentrup		3 Anlagen á 2,35 MW	
Zone 3: Steinfurter Aa	2 Anlagen á 3 MW		3 Anlagen á 3 MW
Zone 4: Osthellermark	2 Anlagen á 1 MW, 1 Anlage á 2,3 MW	Repowering (2,99 MW für 2 Anlagen á 1 MW)	Repowering (2,99 MW für 2,3 MW Anlage)
Summe	7 Anlagen, 16,3 MW	6 Anlagen, 16,04 MWh	5 Anlagen, 14,99 MW

Tabelle 7 Bestand und Ausbauplanungen im Bereich Windenergie (Quelle: Stadt Billerbeck)

Unter der Annahme, dass die Planungen bis 2025 umgesetzt werden und bis 2030 das verbliebene Potenzial gehoben wird, sind bis 2025 29,5 Tsd. t CO₂eq/a, bis 2030 zusätzlich 30,1 Tsd. t CO₂eq/a und bis 2045 somit insgesamt 62,3 Tsd. t CO₂eq/a einsparbar.

2.3.2 Wasserkraft

In Billerbeck existieren keine Anlagen zur Nutzung von Wasserkraft. Entsprechend den Potenzialermittlungen des LANUV sind keine Ausbaupotenziale hinsichtlich der Nutzung von Wasserkraft vorhanden.

2.3.3 Bioenergie

Im Jahr 2019 wurden in Billerbeck mittels Biogas ca. 12,5 GWh/a Wärme und 39 GWh/a Strom erzeugt. Weitere Potenziale liegen im Hinblick auf

- Holz als Biomasse,
- Biomasse aus Abfall sowie
- Landwirtschaftliche Biomasse (nachwachsende Rohstoffe (NaWaRo))

vor.

Das LANUV stellt für die Kreisebene in NRW eine detaillierte Studie zu den Potenzialen zur Wärmeenergie aus Biomasse bereit, für die Potenziale zur Stromerzeugung aus Biomasse/Biogasen sogar für die kommunale Ebene. Beide Informationsebenen wurden für die Potenzialermittlungen für Billerbeck herangezogen.²¹

2.3.3.1 Holz als Biomasse

Als wichtiger Rohstoff für die Bau-, Möbel- und Papierindustrie steht hauptsächlich die stoffliche Nutzung von Holz im Vordergrund (Stichwort: Industrieholz). Erst danach steht Holz in Form von Altholz²² als Energieträger zur Verfügung. Für eine energetische Verwendung kommen vor allem Landschaftspflegeholz, Durchforstungs- und Waldrestholz in Frage, da dieses aufgrund seiner Beschaffenheit für eine stoffliche Verwertung nicht oder nur eingeschränkt geeignet ist.

Vor dem Hintergrund einer kommerziellen Nutzung von Festbrennstoffen zur Energieerzeugung konzentriert sich die Potenzialermittlung auf anfallende Holzreste, wie sie bei der Durchforstung und bei der Stammholzernte in forstwirtschaftlichen Betrieben in Billerbeck anfallen. Auf Basis der vorhandenen Erträge und entsprechend

²¹ LANUV Energieatlas NRW – Bioenergie, 2018. <http://www.energieatlas.nrw.de>

²² Unter dem Begriff Altholz werden Reste der verarbeitenden Industrie (Industrierestholz) sowie gebrauchte Erzeugnisse aus Holz (Gebrauchtholz) verstanden.

den in der LANUV-Studie genannten erschließbaren Potenzialen, ist nach gutachterlicher Einschätzung ein THG-Minderungspotenzial in Höhe von 16,2 Tsd. t CO₂eq/a bis zum Jahr 2045 möglich.

2.3.3.2 Biomasse aus Abfall

Unter „Biomasse aus Abfall“ wird nicht nur die Vergasung von Grün- und Bioabfällen sowie Abfall aus der Landschaftspflege verstanden, sondern auch die energetische Verwertung von Restmüll, der sich nicht durch Recycling reduzieren lässt. Anhand der LANUV-Studie können für die Stadt Billerbeck THG-Minderungspotenziale in Höhe von insgesamt 4,6 Tsd. t CO₂eq/a bis zum Jahr 2045 errechnet werden.

2.3.3.3 Landwirtschaftliche Biomasse (Nachwachsende Rohstoffe)

Ein Großteil der in Deutschland seit 2004 in Betrieb genommenen landwirtschaftlichen Biogasanlagen nutzt verstärkt Energiepflanzen zur Biogasgewinnung. Die in der Stadt Billerbeck vorhandenen Acker- und Grünlandflächen (insgesamt ca. 69 km²) bilden an dieser Stelle die Grundlage der Potenzialermittlung. Die Flächenkonkurrenz zwischen Energiepflanzen- und Nahrungsmittelanbau begrenzt eine uneingeschränkte energetische Verwendung der Landwirtschaftsflächen.

Etwa 10 % der Acker- und Grünlandflächen werden in Deutschland für die Erzeugung von NaWaRo genutzt. Im Rahmen der Analyse wird angenommen, dass Ackerflächen zum Anbau von Mais, Grünflächen zur Erzeugung von Grassilage genutzt werden. Beide Produkte gehen entsprechend ihres flächenabhängigen Ertragsverhältnisses in die Biogasberechnung mit ein. Das EEG 2014 hat die Vergütung für Biogasanlagen, die ab dem 01.08.2014 in Betrieb genommen wurden, gestrichen. Somit sind Boni und Erhöhungen für bestimmte Einsatzstoffe (Pflanzen, Gülle, Landschaftspflegematerial etc.) sowie Gasaufbereitungsboni entfallen. Aus diesem Grunde sind die nachfolgenden Annahmen konservativ gewählt, da von einem geringeren wirtschaftlichen Potenzial durch das Wegfallen der Förderung ausgegangen wird.

Anhand der in der LANUV-Studie ausgewiesenen Potenziale hinsichtlich landwirtschaftlicher Biomasse können die Potenziale für Billerbeck abgeleitet werden. Demnach ist bis zum Jahr 2045 eine THG-Einsparung von 19,9 Tsd. t CO₂eq/a möglich.

2.3.4 Sonnenenergie

Im Rahmen der Ermittlung von technisch-wirtschaftlichen Potenzialen zur Nutzung der Sonnenenergie wird in der Analyse sowohl das Solarthermiepotezial zur Wärmeerzeugung (auf Dachflächen) als auch das PV-Potenzial zur Stromerzeugung (auf Dach und Freiflächen) betrachtet.

2.3.4.1 Solarthermie

Die Potenziale der solarthermischen Energiebereitstellung liegen vorwiegend in den Anwendungsgebieten der solaren Brauchwassererwärmung sowie der Heizungsunterstützung, in geringerem Maße zudem in der Bereitstellung von Prozesswärme. Im Gebäudebestand werden vorrangig Systeme zur Brauchwasserunterstützung installiert. Eine solare Heizungsunterstützung eignet sich stärker bei Wohnungsneubauten und bei Gebäuden, die auf einen hohen Standard saniert wurden. Solare Prozesswärme kann ebenfalls im gewerblichen Bereich Anwendung finden.

Durch einen stetigen Ausbau der Solarthermie auf den Dachflächen der Einfamilien- und Reihenhäuser in Billerbeck wäre bei einem jährlichen Zubau von ca. 37,5 MWh/a bis 2025, einer Steigerung der Rate auf 45 MWh/a bis 2030 und auf 56 MWh/a bis 2045 eine THG-Reduktion in Höhe von ca. 442 t CO₂eq/a bis zum Jahr 2045 möglich.

2.3.4.2 Photovoltaik

Im Jahr 2018 lag der stadtweite Stromertrag durch Photovoltaik bei 16,7 GWh/a. Entsprechend den Potenzialermittlungen des LANUV liegen in Billerbeck bedeutende PV-Potenziale vor – sowohl auf Dachflächen (insgesamt ca. 90 GWh/a) als auch auf Freiflächen (insgesamt ca. 120 GWh/a).²³

PV-Dachflächenanlagen

Der derzeitige PV-Stromertrag mittels Dachflächenanlagen entspricht in Billerbeck ca. 18,5 % des vom LANUV ausgewiesenen (theoretischen) Gesamtpotenzials. Seit dem Jahr 2010 wurde durch den Ausbau der Photovoltaik auf Dachflächen ein Ertragszuwachs in Höhe von jährlich ca. 1.100 MWh/a (ca. 1,3 MW_p installierte Leistung/a) realisiert.

Sofern dieser Zubau bis 2025 auf ca. 1.600 MWh/a gesteigert, anschließend bis 2030 auf jährlich 1.900 MWh/a und in den darauffolgenden Dekaden (bis zum Jahr 2045) auf jährlich 2.400 MWh/a gesteigert werden kann, ließen sich kurzfristig (bis 2025) ca. 7,3 Tsd. t CO₂eq/a, mittelfristig (bis 2030) weitere 15,0 Tsd. t CO₂eq/a sowie langfristig (bis 2045) insgesamt ca. 35,5 Tsd. t CO₂eq/a THG einsparen. Das vom LANUV ermittelte Gesamtpotenzial für PV-Anlagen auf Dachflächen könnte somit bis zum Jahr 2030 zu 42 % und bis 2045 zu 92,5 % erschlossen werden. Dieser Ansatz basiert u. a. auf den zukünftig erwarteten Verbesserungen der Technik sowie der Wirtschaftlichkeit der Photovoltaik, die einen weiteren PV-Ausbau begünstigen.

PV-Freiflächenanlagen

Bislang wurden in Billerbeck laut Energieatlas NRW²⁴ eine PV-Freiflächenanlage mit ca. 2.000 kW_p errichtet, die um weitere 800 kW_p erweitert wurde. Im Bilanzierungsjahr 2019 wurden somit aus insgesamt 2.810 kW_p installierter Leistung 2,5 GWh/a Strom erzeugt.

Durch das verpflichtende Ausschreibungsverfahren (für den Ausbau von Freiflächenanlagen über 750 kW_p installierter Leistung) steht nur ein begrenzter, jährlich geförderter Ausbau zur Verfügung. Der Fokus liegt hierbei auf den produktivsten und dementsprechend wirtschaftlichsten Standorten in Süd- und Ostdeutschland. Trotz dieser schwierigen wirtschaftlichen Lage in NRW nimmt seit 2019 der Freiflächen-Anlagenausbau wieder zu. Ein wesentlich verstärkter Zubau von Freiflächenanlagen wird in NRW daher vermutlich erst wieder stattfinden, wenn die Potenziale in Süd- und Ostdeutschland ausgeschöpft sind oder wenn die Technik sich dahingehend weiterentwickelt hat, dass Freiflächenanlagen in NRW auch ohne staatliche Zuschüsse wirtschaftlich realisierbar sind. Zudem kommen durch die Novellierung des EEG im Jahr 2021 weitere Flächen, insbesondere im Bereich von Autobahnen und Schienenwegen, für den Freiflächen PV Ausbau in Frage. Somit wird die Annahme getroffen, dass PV-Freiflächenanlagen, auch aufgrund verbesserter Technologien, zukünftig auch in NRW wieder wirtschaftlich errichtet werden können.

Die Potenzialstudie des LANUV weist für die Stadt Billerbeck ein Freiflächen-PV-Potenzial von 120 GWh/a aus. Dies würde für die gesamte Ausschöpfung des Potenzials eine Modulfläche von ca. 0,79 km² sowie eine installierte Leistung von ca. 130 MW_p bedeuten. Aus gutachtlicher Sicht ist einschränkend jedoch festzuhalten, dass auf Grund konkurrierender Flächennutzung sowie wirtschaftlicher Faktoren nur ein Teil des Ausbaupotenzials für Freiflächen-Anlagen in Billerbeck realisierbar scheint. Für die Potenzialbetrachtung wird sich an der Durchschnittsgröße des derzeitigen Zubaus der Planungsregion Münster orientiert. Dieser liegt 2020 bei ca. 1.000 kW_p je Anlage.

²³ LANUV EnergieAtlas.NRW – Solarthermie, 2018. <http://www.energieatlas.nrw.de>

²⁴ Energieatlas NRW: <https://www.energieatlas.nrw.de/site>

Durch die Installation von 14 PV-Freiflächenanlagen bis zum Jahr 2030 und weiteren 42 Anlagen bis 2045 wird das ausgewiesene Potenzial des LANUV zu ca. 44 % ausgeschöpft. Mittel- bis langfristig betrachtet bedeutet dies eine THG-Einsparung von ca. 32,2 Tsd. t CO₂eq/a.

2.3.5 Umweltwärme

Das technische Potenzial zur Nutzung von Umweltwärme ist vor allem in Kombination mit strombetriebenen Wärmepumpen zur Warmwasserbereitung sowie zu Heizzwecken im Neubau (Niedertemperaturheizungssystem in Verbindung mit hohem energetischem Gebäudestandard) entsprechend des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) und im Zuge von Kernsanierungen bei Bestandsgebäuden zu sehen.

Da für den Betrieb von Wärmepumpen der Einsatz von Strom eine Voraussetzung ist (und der heutige konventionelle Strommix einen vergleichsweise hohen Emissionsfaktor aufweist), lassen sich durch Wärmepumpen in der Praxis derzeit nur geringfügige THG-Einsparungen erzielen. Aufgrund des stetig voranschreitenden Ausbaus der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung – und somit einer stetigen Verbesserung des Emissionsfaktors im Bundes-Strommix – kann auch die Umweltwärme in absehbarer Zukunft mit einem immer besser werdenden Emissionsfaktor berechnet werden.

Hinsichtlich der Nutzung von oberflächennaher Geothermie weist die Potenzialermittlung des LANUV für Billerbeck ein theoretisches Gesamtpotenzial in Höhe von ca. 186,1 GWh/a²⁵ aus. Dieses – rein theoretische Potenzial – sollte jedoch auf kernsanierte und neu errichtete Gebäude beschränkt werden. Diese Gebäude zeichnen sich durch hohe Dämmstandards und einen geringen Energiebedarf aus. Dadurch ist es möglich, mit niedrigen Heizungstemperaturen zu arbeiten, die von einer Wärmepumpe effizienter bereitgestellt werden können.

Demgegenüber sind Luftwärmepumpen nicht von geologischen Faktoren abhängig, in der Regel aber ineffizienter als Erdwärmepumpen. Da sie jedoch sehr flexibel einsetzbar sind, nehmen Luftwärmepumpen eine immer stärker werdende Rolle bei der Wärmeversorgung ein.

Somit kann auf Basis des LANUV Potenzials durch den Zubau der Umweltwärme (aus Luft- und Erdwärmepumpen) im Jahr 2025 ein Ertrag von 3,5 GWh/a, im Jahr 2030 ein Ertrag in Höhe von ca. 5,5 GWh/a sowie im Jahr 2045 in Höhe von 29,3 GWh/a erzielt werden. Hierdurch wären insgesamt THG-Einsparungen in Höhe von 6,0 Tsd. t CO₂eq/a bis 2045 möglich.

2.3.6 Ausbau dezentraler Kraft-Wärme-Kopplung und industrieller Abwärmenutzung

Im Bereich der KWK-Technik ist ein zunehmendes Potenzial zu erkennen. Dabei wird in Motoren Strom erzeugt und gleichzeitig die entstehende Abwärme genutzt. Die LANUV-Studie zum KWK-Einsatz geht für Billerbeck von einem Potenzial in Höhe von 2,14 GWh/a Wärme- und 1,18 GWh/a Stromerzeugung bis 2050 aus.²⁶

Unter der Annahme, dass bis 2025 fünf Anlagen mit einer elektrischen Leistung von 50 kW_{el}, bis 2030 ein Ausbau in dieser Dimension fortgeführt wird und bis 2045 weitere 12 Anlagen installiert werden, so kann das ausgewiesene Potenzial gehoben werden. Insgesamt können so bis 2045 insgesamt ca. 1,5 Tsd. t CO₂eq/a eingespart werden.

²⁵ LANUV Energieatlas NRW – Geothermie, 2018. <http://www.energieatlas.nrw.de>

²⁶ Potenzialstudie Kraft-Wärme-Kopplung (LANUV-Fachbericht 116. 2021): Potenzialstudie Industrielle Abwärme (LANUV-Fachbericht 96. 2019): https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/presse/dokumente/Potentialstudie_KWK_und_Fernwaerme_in_NRW.pdf

Darüber hinaus wurde im Jahr 2019 vom LANUV eine Potenzialstudie zur industriellen Abwärme veröffentlicht.²⁷ Diese Studie benennt konkrete Abwärmepotenziale aus der Industrie, sodass die naheliegenden Gebäudebestände mit umweltschonender Wärme (Nah- und Fernwärme) versorgt werden könnten. Für die Stadt Billerbeck gibt die landesweite Studie ein Abwärmepotenzial von 31,4 GWh/a (durch zwei Unternehmen) an. Eine vollständige Ausnutzung des Potenzials bis 2045 würde zu THG-Emissionseinsparungen in Höhe von 5,4 Tsd. t CO₂eq/a führen.

2.3.7 Austausch von Nachtspeicherheizungen

Aufgrund des hohen Primärenergieverbrauchs ist der Betrieb einer Nachtspeicherheizung – im Vergleich zu alternativen Heizsystemen (wie einem Gas-Brennwertkessel) – mit deutlich höheren THG-Emissionen verbunden. Ein Gebäude mit einer Nachtspeicherheizung verursacht etwa zwei- bis dreimal so hohe THG-Emissionen wie ein mit Erdgas beheiztes Gebäude.

Auf Basis des derzeitigen Trends wird die Annahme getroffen, dass zukünftig eine weitere Substitution des Heizstromverbrauchs (im Bilanzierungsjahr 2019 etwa 1,6 GWh/a) durch emissionsärmere Energieträger (wie Erdgas oder erneuerbare Energien) stattfindet. Sofern bis zum Jahr 2030 eine vollständige Verdrängung von Nachtspeicherheizungen stattfindet, könnten die THG-Emissionen um ca. 1,2 Tsd. t CO₂eq/a reduziert werden.

2.3.8 Reduzierung des Verbrauchs an nicht-leitungsgebundenen Energieträgern und Ausbau der Nah- und Fernwärme

Analog zum Austausch von Nachtspeicherheizungen hin zu Heizungsanlagen auf Basis von Erdgas oder erneuerbaren Energien muss auch hinsichtlich der fossilen, nicht-leitungsgebundenen Energieträger Heizöl, Flüssiggas und Kohle perspektivisch der Ersatz durch emissionsärmere Energieträger erfolgen.

Gemäß des für Billerbeck angepassten Trend- und Klimaschutzszenarios des BMU wird erwartet, dass bis 2040 der größte Anteil emissionsintensiver, fossiler nicht-leitungsgebundener Energieträger ersetzt wird. Bei dieser Reduktion werden Erdgas und ggf. Nah-/Fernwärme als „Zwischenschritt“ zwischen nicht-leitungsgebundenen, fossilen Energieträgern und erneuerbaren Energien eine wichtige Rolle spielen.

Durch die Substitution von Ölheizungen sowie den Ausbau der Erdgasnetzinfrastruktur und ggf. der Nahwärmeinfrastruktur lassen sich die THG-Emissionen bis 2045 um insgesamt ca. 0,9 Tsd. t CO₂eq/a reduzieren.

²⁷

Potenzialstudie Industrielle Abwärme (LANUV-Fachbericht 96, 2019): https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/presse/dokumente/LANUV_Fachbericht_96.pdf

3 Szenarien der Energie- und Treibhausgas-Reduzierung

In diesem Kapitel werden verschiedene Szenarien ausgearbeitet, um mögliche Entwicklungen zukünftiger Endenergieverbräuche und THG-Emissionen in Billerbeck darzustellen. Die betrachteten Zeithorizonte reichen bis zu den Jahren 2025 (kurzfristig), 2030 (mittelfristig) und 2045 (langfristig).

Als Basis der Szenarien wird die aktuelle Energie- und THG-Bilanz der Stadt Billerbeck (vgl. Kapitel 1) sowie eine ausführliche Studie des Öko-Institut e.V. und Fraunhofer ISI im Auftrag des BMUB²⁸ zu Grunde gelegt. Die in der Studie genannten Annahmen und Ausarbeitungen wurden anhand der lokalen Gegebenheiten (Energieversorgungsstruktur, Potenziale, Trends etc.) auf Billerbeck übertragen, sodass szenarienhaft der zukünftige Energiebedarf, die Energieversorgungsstruktur sowie eine Klimabilanz bis 2045 kalkuliert werden konnten. Ein Vergleich des zu erwartenden Trends mit einem Klimaschutz-Szenario kann das Verständnis dafür erhöhen, welche Klimaschutz-Schwerpunkte bedeutende Auswirkungen mit sich bringen können. Im Folgenden werden daher zwei Szenarien unterschieden:

- Szenario 1: Trend-Szenario (Aktuelle-Maßnahmen-Szenario)
- Szenario 2: Klimaschutz-Szenario (Ziel: 95 % THG-Reduzierung gegenüber 1990)

3.1 Trend-Szenario

Beim Trend-Szenario (Aktuelle-Maßnahmen-Szenario) handelt es sich um die Fortschreibung derzeit prognostizierter Entwicklungen bzw. Trends hinsichtlich des Energieverbrauchs sowie der THG-Emissionen bis zum Jahr 2045. Es beschreibt somit die Auswirkungen der schon umgesetzten bzw. geplanten Klimaschutzmaßnahmen (z. B. durch Fördermittel und Gesetze) und eintretende Effekte.

Das Trend-Szenario wurde für Billerbeck anhand der spezifischen Energie- und THG-Bilanz, der lokalen Entwicklung von Einwohnerzahlen sowie von sektorspezifischen Entwicklungen (z. B. im Bereich der Wirtschaft oder des Verkehrs im Stadtgebiet) abgeleitet.

3.1.1 Trend-Szenario: Endenergieverbrauch

Tabelle 8 und Abbildung 19 zeigen die Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Trend-Szenario.

Für Billerbeck kann langfristig eine leicht negative Einwohnerentwicklung²⁹ prognostiziert werden. Jedoch nimmt die einwohnerspezifische Wohnfläche (die beheizt werden muss) zu. Insbesondere der zweite Aspekt wirkt gegen die Reduktion der zukünftigen Energieverbräuche und entsprechenden THG-Emissionen. Ebenso stehen immer effizienter werdenden Endgeräten (z. B. im IT-Bereich) oder Fahrzeugen (sowohl im Personen- als auch im Güterverkehr) ansteigende Zahlen entsprechender Endgeräte bzw. Fahrleistungen von Fahrzeugen gegenüber. Ähnliche Rebound-Effekte lassen sich auch hinsichtlich der prognostizierten Strom- oder Treibstoffverbräuche beobachten.

²⁸ Öko-Institut e.V. und Fraunhofer Institut ISI; Klimaschutzszenario 2050. 2. Endbericht. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit [BMUB]. 2015. Anpassungen auf Zieljahr 2045.

²⁹ Kommunalprofil Stadt Billerbeck: <https://www.it.nrw/sites/default/files/kommunalprofil/I05558008.pdf>

Es wird deutlich, dass die Endenergieverbräuche in Billerbeck ohne weitere lokale Klimaschutzaktivitäten nur begrenzt bis zum Jahr 2045 reduziert werden können (Reduktion des Endenergieverbrauchs bis 2045 um 23 % bezogen auf 1990). Das übergeordnete Klimaziel der Bundesregierung wird durch die Maßnahmen des Trend-Szenarios nicht annähernd erfüllt.

In GWh/a	1990	2000	2010	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Strom	44,7	59,2	67,6	72,1	72,3	77,8	83,3	84,2	85,2	81,6
Heizöl	56,3	57,6	59,2	41,5	40,8	28,7	16,7	12,3	7,9	6,0
Benzin	32,5	33,6	23,4	20,7	20,1	17,5	15,0	13,0	11,1	10,4
Diesel	18,1	25,1	29,6	35,2	35,0	34,0	33,0	32,0	31,1	30,6
Erdgas	59,3	63,6	82,9	59,4	58,4	49,5	40,6	35,3	30,0	24,7
Biomasse	0,0	0,0	8,6	11,5	12,2	10,0	7,8	6,7	5,6	5,1
Umwelt-wärme	0,0	0,0	0,1	0,2	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	2,5
Solarthermie	0,0	0,1	0,7	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	1,9
Biogase	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Flüssiggas	4,0	4,0	2,5	4,5	4,3	3,3	2,2	1,8	1,4	1,2
Biodiesel	0,0	0,3	2,3	2,0	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,6
Steinkohle	3,8	2,5	2,0	1,0	0,9	0,8	0,6	0,5	0,4	0,4
Biobenzin	0,0	0,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5
Heizstrom	2,2	2,1	2,5	1,6	1,5	1,1	0,7	0,7	0,7	1,8
Nahwärme	0,2	0,2	6,1	8,4	9,1	7,4	5,7	4,2	2,7	2,1
Summe Trend	221	249	289	260	259	234	210	195	180	170

Tabelle 8 Trend-Szenario Endenergieverbrauch nach Energieträgern in GWh/a

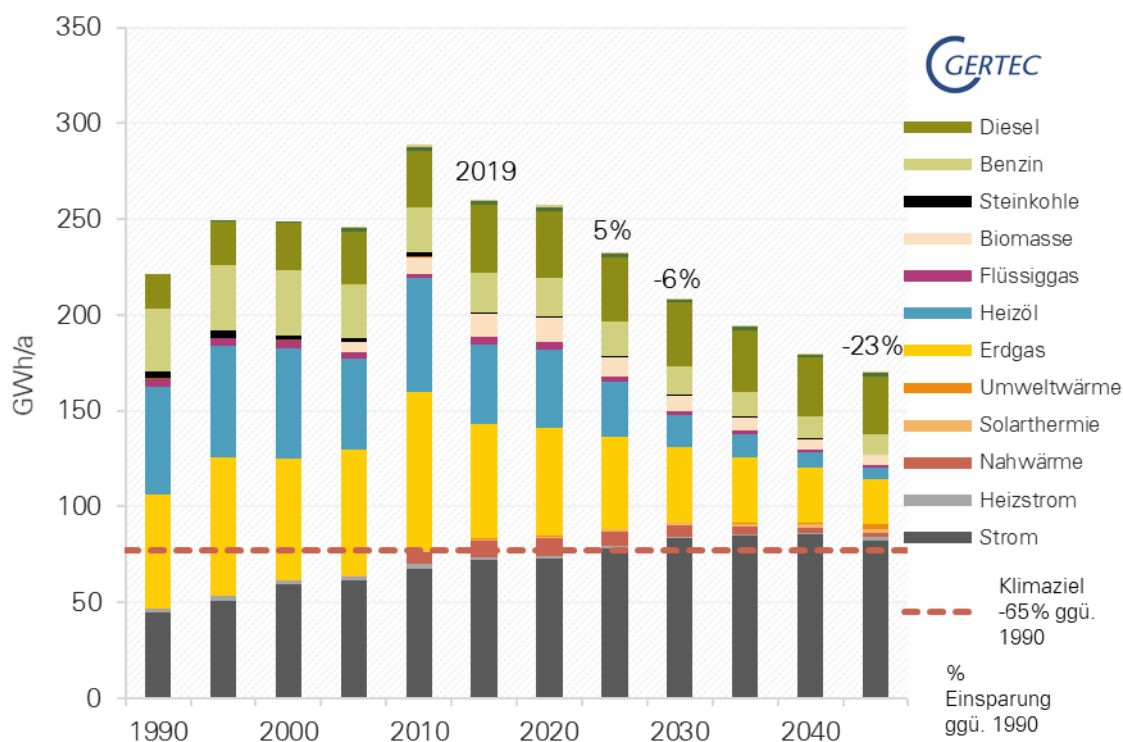


Abbildung 19 Trend-Szenario Endenergieverbrauch nach Energieträgern

3.1.2 Trend-Szenario: THG-Emissionen

Die aus den Endenergieverbräuchen ermittelten THG-Emissionen lassen sich im Trend-Szenario bis 2025 um 17 %, bis 2030 um 25 % sowie bis 2045 um 45 % gegenüber 1990 reduzieren (vgl. [Tabelle 9](#) und [Abbildung 20](#)). Trotz deutlicher Reduzierung des fossilen Energieträgers Erdgas nimmt dieser im Jahr 2045 im Trend-Szenario weiterhin eine bedeutende Rolle in der Wärmeversorgung ein. Das verschärfte Klimaziel der Bundesregierung, die THG-Emissionen bis 2045 um 95 % gegenüber 1990 zu reduzieren, wird nicht erreicht.

Energieträger	1990	2000	2010	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Strom	39,0	42,0	41,5	34,5	34,6	35,6	36,4	34,9	33,3	28,3
Heizöl	18,0	18,4	18,9	13,2	13,0	9,1	5,3	3,9	2,5	1,9
Benzin	10,7	10,9	7,4	6,7	6,5	5,6	4,8	4,1	3,5	3,3
Diesel	5,6	8,0	9,6	11,5	11,4	11,1	10,8	10,4	10,1	10,0
Erdgas	15,2	16,3	20,7	14,0	14,4	12,1	9,9	8,5	7,2	5,9
Biomasse	0,0	0,0	0,2	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0
Umwelt-wärme	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
Solarthermie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Biogase	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Flüssiggas	1,1	1,1	0,7	0,9	1,2	0,9	0,6	0,5	0,4	0,3
Biodiesel	0,0	0,0	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
Steinkohle	1,8	1,2	0,9	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
Biobenzin	0,0	0,0	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Heizstrom	1,9	1,5	1,6	1,0	0,8	0,5	0,3	0,2	0,2	0,4
Nahwärme	0,0	0,0	1,6	2,2	2,4	1,9	1,5	1,1	0,7	0,5
Summe Trend	94	100	104	85	85	78	70	64	58	51

Tabelle 9 Trend-Szenario THG-Emissionen nach Energieträgern in Tsd. t CO₂eq/a

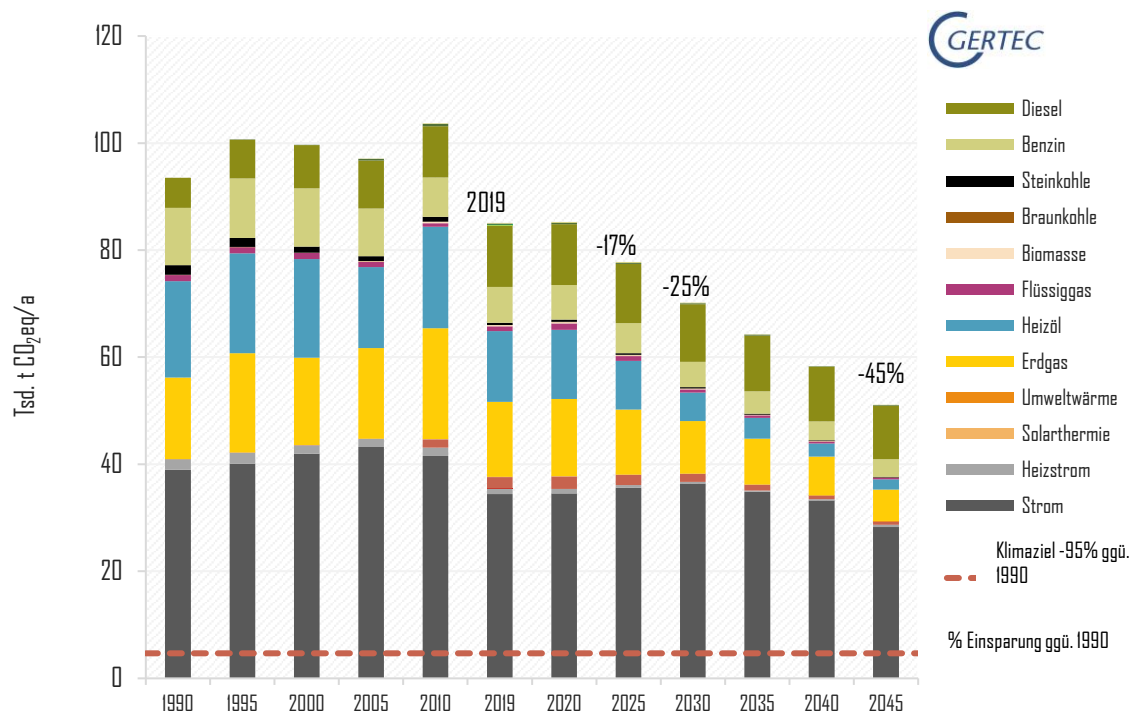


Abbildung 20 Trend-Szenario THG-Emissionen nach Energieträgern

3.2 Klimaschutz-Szenario

Auf Basis der Zielsetzung, bis zum Jahr 2045 insgesamt 95 % der THG-Emissionen (gegenüber 1990) einzusparen, wird im Klimaschutz-Szenario die Annahme getroffen, dass alle erschließbaren Einsparpotenziale (nahezu) vollständig ausgeschöpft und gehoben werden können. Dies betrifft die Steigerung der Energieeffizienz und Energieeinsparungen, den Ausbau der erneuerbaren Energien sowie die Sektorenkopplung.

Anhand der Eingangsparameter

- Bevölkerungsentwicklung und sektorspezifische lokale Trends in Billerbeck,
- Energie- und THG-Minderungen durch verbraucherseitige Energieeinsparungen stationärer Energieverbräuche (Heizung, Warmwasser, Prozesswärme, Kühlung, Beleuchtung, mechanische Anwendungen, Information und Kommunikation),
- Energie-, THG-Minderungen und Energieträgerverschiebungen im Verkehrssektor,
- ermittelte Potenziale durch den Ausbau der erneuerbaren Energien (Windkraft, Biomasse, Photovoltaik, Solarthermie, Umweltwärme),
- Änderungen der Energieverteilstruktur (Ausbau dezentraler Kraft-Wärme-Kopplung, Austausch Nachtspeicherheizungen, Umstellungen von fossilen, nicht-leitungsgebundenen Energieträgern auf erneuerbare Energien) sowie
- Verbesserungen der Emissionsfaktoren einiger Energieträger bis 2045 (z. B. des Emissionsfaktors für Strom aufgrund des Ausbaus der erneuerbaren Energien)

wurden die Endenergieverbräuche und THG-Emissionen bis zum Jahre 2045 berechnet.

3.2.1 Klimaschutz-Szenario: Endenergieverbrauch

Tabelle 10 und Abbildung 21 zeigen die Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Klimaschutzszenario. Im Bereich der stationären Sektoren lassen sich bei Umsetzung aller technisch-wirtschaftlichen Potenziale die Endenergieverbräuche von fossilen, nicht-leitungsgebundenen Energieträgern bis zum Jahr 2045 nahezu vollständig reduzieren. Aufgrund von Priorisierungen der erneuerbaren Energien (z. B. Umweltwärme, Solarthermie und Biomasse) sowie Effizienzsteigerungen lässt sich auch der Verbrauch von Erdgas deutlich substituieren.

Aufgrund der Sektorenkopplung und der damit verbundenen ansteigenden Stromverbräuche (sowohl im Verkehrssektor als auch z. B. für den Einsatz von Wärmepumpen) wird im Klimaschutz-Szenario davon ausgegangen, dass der Stromverbrauch bis zum Jahr 2045 kontinuierlich zunehmen wird.

Für den Bereich der Treibstoffe kann festgehalten werden, dass bei konsequenter Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen insbesondere die Energieverbräuche im motorisierten Individualverkehr (MIV) erheblich reduziert werden können. Ab dem Jahr 2040 bekommt Power-to-Fuel zudem eine zunehmende Bedeutung im Verkehrssektor. Insgesamt spielen im Klimaschutz-Szenario Elektromobilität sowie die Umwandlung von ökologisch erzeugtem Strom in Treibstoffe eine wichtige Rolle, um die THG-Emissionen im Verkehrssektor langfristig zu verringern.

In der Energiebilanz des Klimaschutz-Szenarios ist bis zum Jahr 2045 eine Reduktion der Endenergieverbräuche um 61 % gegenüber dem Jahr 1990 möglich. Anhand dieses Szenarios lässt sich zeigen, dass das Klimaziel der Bundesregierung (eine Reduktion der Endenergieverbräuche um 65 % gegenüber 1990 zu erreichen), durch eine volle Ausschöpfung der Potenziale in Billerbeck annähernd – jedoch nicht vollständig – erreicht werden kann.

GWh/a	1990	2000	2010	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Strom	44,7	59,2	67,6	72,1	75,3	58,1	47,7	42,2	41,6	43,9
Heizöl	56,3	57,6	59,2	41,5	32,5	21,1	8,8	4,9	2,8	1,1
Benzin	32,5	33,6	23,4	20,7	17,4	8,9	5,0	1,2	0,5	0,2
Diesel	18,1	25,1	29,6	35,2	31,7	25,3	12,0	6,4	3,0	0,7
Erdgas	59,3	63,6	82,9	59,4	48,8	35,8	19,2	15,9	9,8	6,6
Biomasse	0,0	0,0	8,6	11,5	10,6	12,0	10,0	9,6	7,6	4,9
Umwelt-wärme	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	5,5	8,3	11,5	14,4	16,9
Solarthermie	0,0	0,1	0,7	1,1	1,1	1,9	1,7	1,4	1,5	1,8
Biogase	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Flüssiggas	4,0	4,0	2,5	4,5	3,7	2,1	1,3	0,7	0,4	0,1
Biodiesel	0,0	0,3	2,3	2,0	2,0	2,8	1,9	1,9	2,0	1,9
Steinkohle	3,8	2,5	2,0	1,0	0,9	0,7	0,3	0,2	0,1	0,0
Biobenzin	0,0	0,0	0,9	0,9	0,9	1,2	0,8	0,7	0,7	0,8
Heizstrom	2,2	2,1	2,5	1,6	1,5	1,3	0,8	0,2	0,2	0,3
Nahwärme	0,2	0,2	6,1	8,4	8,4	7,0	5,6	6,1	3,4	4,0
Power-to-Fuel	0	0	0	0	0	0	1	2	2	3
Summe	221	249	289	260	236	185	126	106	91	87

Tabelle 10 Klimaschutz-Szenario Endenergieverbrauch nach Energieträgern in GWh – tabellarisch

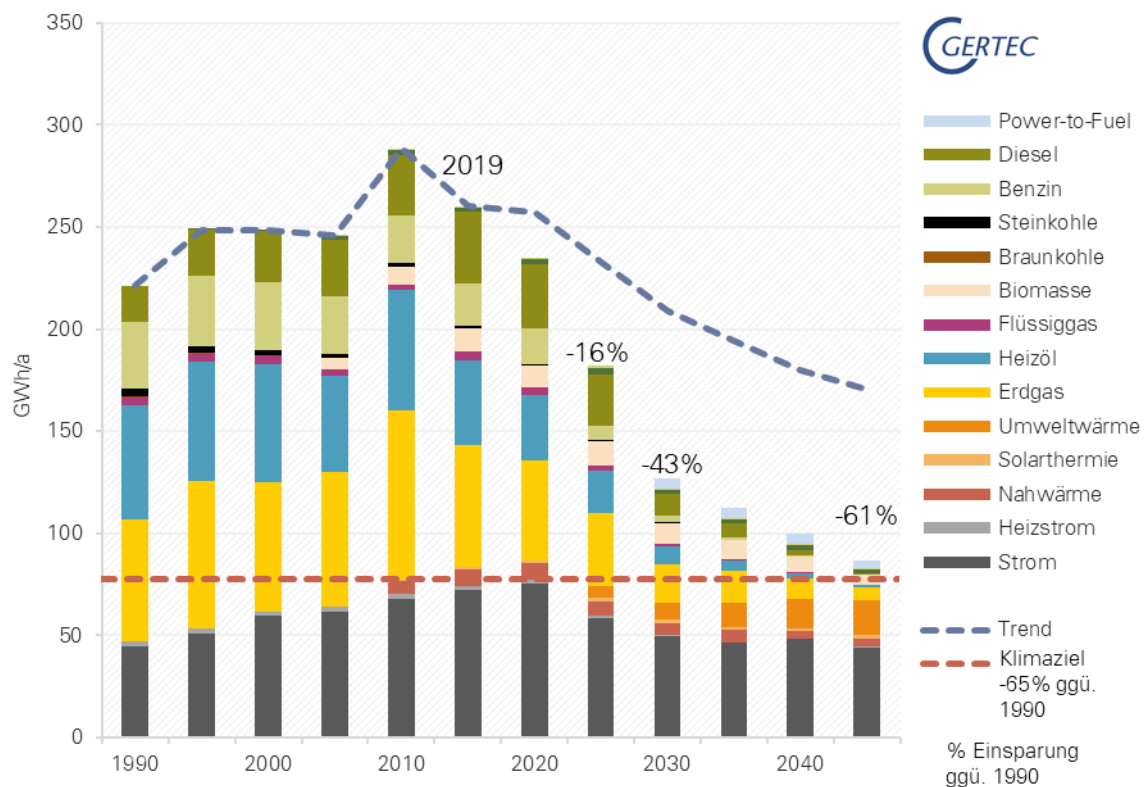


Abbildung 21 Klimaschutz-Szenario Endenergieverbrauch nach Energieträgern – graphisch

3.2.2 Klimaschutz-Szenario: THG-Emissionen

Analog können die THG-Emissionen im Klimaschutz-Szenario um 47 % bis zum Jahr 2025, um 72 % bis 2030 sowie um 93 % bis 2045 gegenüber dem Jahr 1990 reduziert werden, wie in [Tabelle 11](#) und [Abbildung 22](#) dargestellt. In diesem Szenario wird die Strom- und Wärmeversorgung im Jahr 2045 fast ausschließlich aus erneuerbaren Energiequellen (mit sehr geringen Emissionsfaktoren) gespeist. Das übergreifende Klimaziel der Bundesregierung, die Reduzierung der THG-Emissionen um 95 % gegenüber 1990, kann somit in Billerbeck annähernd erreicht werden.

Tsd. t CO ₂ eq/a	1990	2000	2010	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Strom	39,0	42,0	41,5	34,5	31,0	18,4	10,6	7,6	5,7	3,7
Heizöl	18,0	18,4	18,9	13,2	10,3	6,7	2,8	1,5	0,9	0,3
Benzin	10,7	10,9	7,4	6,7	5,6	2,9	1,6	0,4	0,2	0,1
Diesel	5,6	8,0	9,6	11,5	10,3	8,2	3,9	2,1	1,0	0,2
Erdgas	15,2	16,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Biomasse	0,0	0,0	20,7	14,0	12,0	8,8	4,7	3,8	2,4	1,6
Umwelt-wärme	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Solarthermie	0,0	0,0	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0
Biogase	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Flüssiggas	1,1	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Biodiesel	0,0	0,0	0,7	0,9	1,0	0,6	0,4	0,2	0,1	0,0
Steinkohle	1,8	1,2	0,4	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1
Biobenzin	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Heizstrom	1,9	1,5	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
Nahwärme	0,0	0,0	1,6	1,0	0,8	0,6	0,3	0,1	0,1	0,1
Power-to-Fuel	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Summe	94	100	104	85	74	49	26	17	11	7

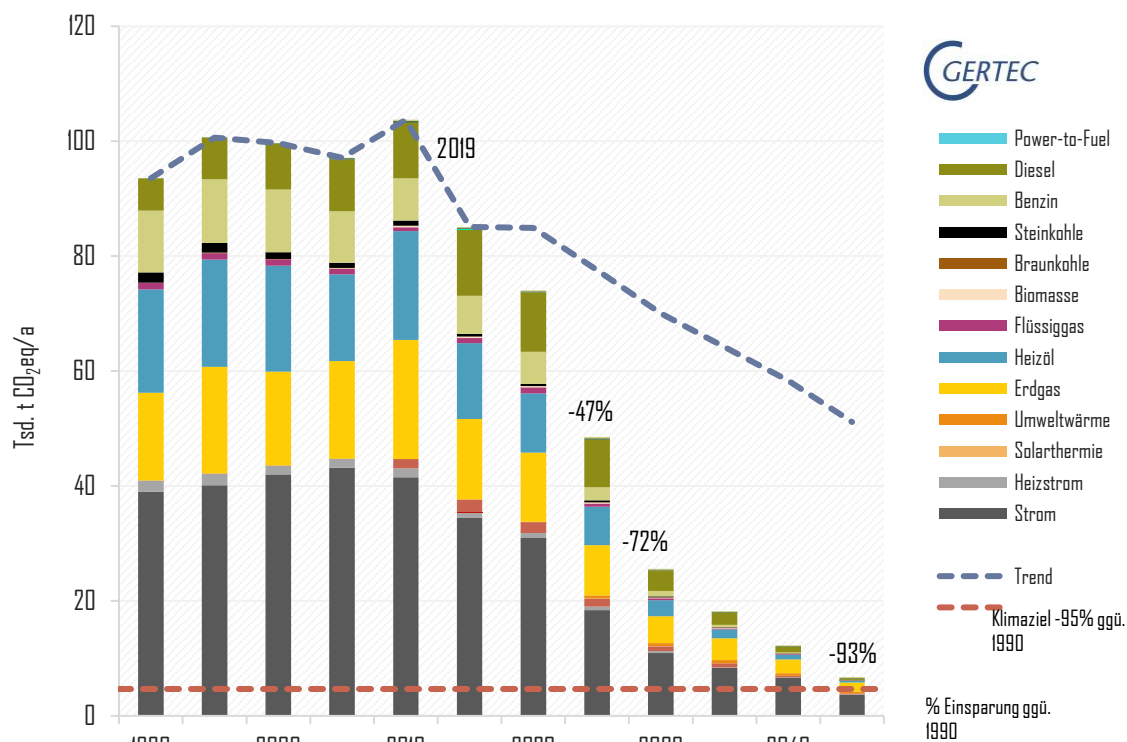
Tabelle 11 Klimaschutz-Szenario THG-Emissionen nach Energieträgern in Tsd. t CO₂eq/a

Abbildung 22 Klimaschutz-Szenario THG-Emissionen nach Energieträgern